Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетине караштуу Архитектура, курулуш жана турак жай-коммуналдык чарба мамлекеттик агенттиги	Государственное агентство архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Кабинете Министров Кыргызской Республики

БУЙРУК
ПРИКАЗ

26 декабря 2022 г. № 60-нпа г. Бишкек

Об утверждении строительных норм Кыргызской Республики СН КР 31-08:2022 «Школьные здания. Нормы проектирования», СН КР 52-02:2022 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» и СН КР 53-01:2022 «Стальные конструкции. Нормы проектирования»

В целях совершенствования норм по проектированию школьных зданий стальных, бетонных, железобетонных изделий и конструкций, руководствуясь постановлением Правительства Кыргызской Республики «О делегировании отдельных нормотворческих полномочий Правительства Кыргызской Республики государственным органам и исполнительной власти» от 15 сентября 2014 года № 530 и Положением о Государственном агентстве архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Кабинете Министров Кыргызской Республики (далее – Госстрой), утвержденным постановлением Кабинета Министров Кыргызской Республики от 25 июня 2021 года № 44, **приказываю:**

1. Утвердить строительные нормы СН КР 31-08:2022 «Школьные здания. Нормы проектирования», СН КР 52-02:2022 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» и СН КР 53-01:2022 «Стальные конструкции. Нормы проектирования» согласно приложениям.

2. Государственному институту сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования при Госстрое:

- принять меры по официальному опубликованию настоящего приказа в соответствии с постановлением Правительства Кыргызской Республики «Об источниках официального опубликования нормативных правовых актов Кыргызской Республики» от 26 февраля 2010 года № 117;
- в течение трех рабочих дней со дня официального опубликования направить копию настоящего приказа в двух экземплярах на государственном и официальном языках, на бумажном и электронном носителях, с указанием источника опубликования указанного приказа в Министерство юстиции Кыргызской Республики для включения в

государственный реестр нормативных правовых актов Кыргызской Республики;

- в течение трех рабочих дней со дня вступления в силу настоящего приказа направить в Кабинет Министров Кыргызской Республики для информации.

4. Отменить действие на территории Кыргызской Республики СНиП КР 31-08:2013 «Школьные здания», СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» и СНиП II-23-81* «Стальные конструкции» со дня вступления в силу настоящего приказа.

5. Настоящий приказ вступает в силу с 1 февраля 2023 года.

6. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя директора Госстроя М.Б. Адиева.

Директор **Н.А. Джетыбаев**

Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнө караштуу Архитектура, курулуш жана турак жай-коммуналдык чарба мамлекеттик агенттиги		Государственное агентство архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Правительстве Кыргызской Республики

БУЙРУК
ПРИКАЗ

2022-жылдын 26-декабры № 60-нпа Бишкек ш.

КР КЧ 31-08:2022 «Мектеп имараттары. Долбоорлоо ченемдери», КР КЧ 52-02:2022 «Бетон жана темир-бетон конструкциялары. Негизги жоболор» жана КР КЧ 53-01:2022 «Болот конструкциялары. Долбоорлоо ченемдери» Кыргыз Республикасынын курулуш ченемдерин бекитүү тууралуу

Мектеп имараттарын, болот, бетон, темир-бетон буюмдарын жана конструкцияларын долбоорлоо боюнча курулуш стандарттарын жакшыртуу максатында, Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн 2014-жылдын 15-сентябрындагы № 530 «Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн айрым ченем жаратуу ыйгарым укуктарын мамлекеттик органдарга жана жергиликтүү өз алдынча башкаруунун аткаруучу органдарына өткөрүп берүү жөнүндө» токтомун жана Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетинин 2021-жылдын 25-июнундагы
№44 токтому менен бекитилген Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетине караштуу Архитектура, курулуш жана турак жай-коммуналдык чарба мамлекеттик агенттиги (мындан ары – Мамкурулуш) жөнүндө Жобону жетекчиликке алуу менен, **буйрук кылам:**

1. КР КЧ 31-08:2022 «Мектеп имараттары. Долбоорлоо ченемдери», КР КЧ 52-02:2022 «Бетон жана темир-бетон конструкциялары. Негизги жоболор» жана КР КЧ 53-01:2022 «Болот конструкциялары. Долбоорлоо ченемдери» Кыргыз Республикасынын курулуш ченемдери тиркемеге ылайык бекитилсин.

2. Мамкурулуштун алдындагы Жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту:

- Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн 2010-жылдын 26-февралындагы №117 «Кыргыз Республикасынын ченемдик укуктук актарын расмий жарыялоо булактары жөнүндө» токтомуна ылайык ушул буйруктун расмий жарыяланышы боюнча чара көрсүн;
- буйрук расмий жарыяланган күндөн тартып үч жумуш күндүн ичинде буйруктун көчүрмөсү эки нускада мамлекеттик жана расмий тилдерде, кагаз жана электрондук түрдө, аталган ченемдик укуктук актыны жарыялаган булакты көрсөтүү менен ченемдик укуктук актылардын мамлекеттик реестрине киргизүү үчүн Кыргыз Республикасынын Юстиция министрлигине жиберилсин;

- ушул буйрук күчүнө кирген күндөн тартып үч жумуш күндүн ичинде маалымат үчүн Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетине жөнөтүлсүн.

3. Кыргыз Республикасынын аймагында КР КЧжЭ 31-08:2013 «Мектеп имараттар. Долбоорлоонун ченемдери (нормалары)» КЧжЭ 2.03.01-84* «Бетон жана темир-бетон конструкциялары» жана КЧжЭ II-23-81* «Болот конструкциялары. Долбоорлоо ченемдери» ушул буйрук күчүнө кирген күндөн тартып күчүн жоготсун.

4. Ушул буйрук 2023-жылдын 1-февралынан тартып күчүнө кирет.

5. Ушул буйруктун аткарылышын контролдоо Мамкурулуштун директорунун орун басары М.Б. Адиевге жүктөлсүн.

Директор **Н.А. Джетыбаев**

Курулуштагы ченемдик документтер тутуму

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН КУРУЛУШ ЧЕНЕМДЕРИ

Система нормативных документов в строительстве

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

БЕТОН ЖАНА ТЕМИР-БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ. НЕГИЗГИ ЖОБОЛОР

КР КЧ 52-02:2022

БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

СН КР 52-02:2022

Актуализированная редакция СНиП 2.03.01-84*

КЧжЭ 2.03.01-84* жаңыртылган редакциясы

Расмий басылма

Издание официальное

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН МИНИСТРЛЕР КАБИНЕТИНЕ КАРАШТУУ
АРХИТЕКТУРА, КУРУЛУШ ЖАНА ТУРАК ЖАЙ-КОММУНАЛДЫК ЧАРБА
МАМЛЕКЕТТИК АГЕНТТИГИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО
АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
ПРИ КАБИНЕТЕ МИНИСТРОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

БИШКЕК 2022

Сөз башы

1 Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетине караштуу архитектура, курулуш жана турак жай-коммуналдык чарба мамлекеттик агенттигинин алдындагы (Мамкурулуш) Жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту (ЖТТКИДМИ) тарабынан ЖАҢЫРТЫЛДЫ

2 Мамкурулуштун архитектура жана техникалык ченемдөө башкармалыгы тарабынан КИРГИЗИЛДИ

3 Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн 2014-жылдын 15-сентябрындагы №530 токтомуна ылайык берилген ыйгарым укуктардын негизинде Мамкурулуштун 2022-жылдын 26-декабрында № 60-нпа буйругу менен БЕКИТИЛИП, 2023-жылдын 1-февралынан тартып ИШКЕ КИРГИЗИЛДИ

4 Кыргыз Республикасынын Юстиция министрлигинин Нормативдик укуктук актыларынын мамлекеттик реестрине 2023-жылдын 13-январындагы № 239 менен КАТТАЛДЫ

5 КЧжЭ 2.03.01-84* «Бетон жана темир-бетон конструкциялары»нын ОРДУНА

Мамкурулуштун уруксатысыз ушул курулуш ченемдеринин расмий басылма катары толугу менен же жарым-жартылай көчүрмөсүн жасоого, аларды тираждоого жана таратууга болбойт.

© Мамкурулуш, 2022

Ушул курулуш ченемдеринин жоболору кайра каралган (алмаштырылган) же жокко чыгарылган учурда, тиешелүү билдирме белгиленген тартипте жарыяланат. Тийиштүү маалымат, билдирмелер жана тексттер жалпы колдонгон маалыматтык тутумдарда – иштеп чыгуучунун расмий сайтында жайгаштырылат.

Мазмуну

1 Колдонуу чөйрөсү 1
2 Ченемдик шилтемдер 1
3 Атоолор жана аныктамалар 3
4 Негизги тамгалык белгилеништер 5
5 Бетон жана темир-бетон конструкцияларына жалпы талаптар 6
6 Бетон жана арматуранын мүнөздөмөлөрү, аларга коюлуучу талаптар 10
6.1 Бетондун ченемделүүчү мүнөздөмөлөрү 10
6.2 Бетондун бекемдик жана деформациялык көрсөткүчтөрүнүн ченемдик жана эсептик маанилери 12
6.3 Арматуранын ченемделүүчү мүнөздөмөлөрү 16
6.4 Арматуранын бекемдик жана деформациялуулук мүнөздөмөлөрүнүн ченемдик жана эсептик маанилери 17
7 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөөгө талаптар 19
7.1 Жалпы жоболор 19
7.2 Бетон жана темир-бетон элементтерин бекемдик боюнча эсептөө 25
7.3 Темир-бетон элементтерди жаракалардын жаралуусу боюнча эсептөө 28
7.4 Темир-бетон элементтерин жаракалардын ачылуусу боюнча эсептөө ... 29
7.5 Темир-бетон элементтерин деформациялар боюнча эсептөө 30
8 Конструктивдик талаптар 32
8.1 Жалпы жоболор 32
8.2 Геометриялык өлчөмдөргө талаптар 33
8.3 Арматуралоого талаптар 33
8.4 Курчап турган чөйрөнүн жагымсыз таасирлеринен конструкцияларды коргоо 36
9 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын даярдоого, тургузууга жана пайдаланууга талаптар 36
9.1 Бетон 36
9.2 Арматура 38
9.3 Калып 39
9.4 Бетон жана темир бетон конструкциялары 40
9.5 Сапатты контролдоо 42
10 Темир-бетон конструкцияларын калыбына келтирүү жана бекемдөөгө талаптар 42
10.1 Жалпы жоболор 42
10.2 Конструкцияларды натурдук изилдөөлөр 43

10.3 Конструкцияларды текшерүү эсептөөлөрү 43
10.4 Темир-бетон конструкцияларын бекемдөө 44
11 Темир-бетон конструкцияларын чыдамдуулукка эсептөө.. 45
А тиркемеси Негизги тамгалык белгилеништер.. 47
Б тиркемеси Конструктивдик тутумдарды эсептөө.. 50
В тиркемеси Калтырма тетиктерди эсептөө.. 56
Г тиркемеси Жубасталган механикалык бирикмелердин бириктиргич кошкучтарын эсептөө 59
Д тиркемеси Бетон жана арматуранын мүнөздөмөлөрү 63
Е тиркемеси Алдын-ала чыңалган темир-бетон конструкциялары 72
Ж тиркемеси Тегерек жана шакекче кесилиштүү түркүктөрдү эсептөө.. 94
И тиркемеси Бетон кепилдерин жана кыска корогойлорду эсептөө 97

Киришүү

Ченемдик-техникалык документтер илимий-техникалык прогресске, талаптардын жогорулашына, экономикалык мамилелердин өзгөрүшүнө ж.б. ылайык дайыма жаңыланып, кайра каралып же кайрадан иштелип чыгууга тийиш.

Ушул курулуш ченемдери Кыргыз Республикасынын аймагында бетон, арматура, эсептөөлөр, конструкциялоо, даярдоо, имараттардын жана курулмалардын конструкцияларын куруу жана эксплуатациялоо талаптарын кошкондо, бетон жана темир-бетон конструкцияларына карата жалпы талаптарды аныктоочу негизги жоболорду камтыйт.

КЧжЭ 2.03.01-84* "Бетон жана темир-бетон конструкциялары"нын жаңыртуусу ЕАЭБ өлкөлөрүндө ишенимдүүлүктүн, бышыктыктын жана үнөмдөөнүн, ошондой эле бетон жана темир-бетон конструкцияларынын эсептөөлөрүндө ишке ашырылуучу материалдарды жана коштоочу продукцияларды пайдалануунун зарыл талаптарына жооп берген долбоорлоонун жалпы критерийлерин жана ыкмаларын камсыз кылуу максатында аткарылган.

Конструкцияларды долбоорлоо процессин бирдиктүү түшүнүгүн эске алуу менен; катышуучу мамлекеттердин ортосунда курулуш тармагында кызмат көрсөтүүлөрдү алмашууну жөнөкөйлөтүү; мүнөздөмөлөрү долбоорлоо боюнча эсептөөлөрдө колдонулган курулуш материалдарынын жана коштоочу продукциялардын маркетингин жана пайдаланылышын жеңилдетүү, Кыргыз Республикасынын КМШ өлкөлөрүнүн стандартташтыруу, метрология жана сертификациялоо боюнча мамлекеттер аралык кеңешке катышуусу, ошондой эле курулушту долбоорлоо чөйрөсүндө кызматташуунун көп жылдык тажрыйбасы жана "илимий-техникалык" ак ортосундагы илимий-техникалык кызматташтык жөнүндө Меморандум – "Курулуш" изилдөө борбору жана Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетине караштуу Архитектура, курулуш жана турак жай-коммуналдык чарба мамлекеттик агенттигинин жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту (ГИССиИП) 6-июль 2022-жылы ушул ченемдердин негизи катары КЧжЭ 2.03.01-84*кабыл алган.

Ушул ченемдери жаңыртууга төмөнкүлөр катышышкан: Жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту (ЖТТКИДМИ) тарабынан – техн.ил.канд. – Кенжетаев К.И., техн.ил.канд. – Шаимбетов Дж.А., инж – Мудунова К., техн.ил.канд., Кыргыз-Түрк Манас университетинин доценти, багыттын жетекчиси – Бактыгулов К.Б., техн.ил.канд., Кыргыз Мамлекеттик курулуш, транспорт жана архитектура университетинин профессору – Темикеев К.Т., техн.ил.канд., Кыргыз-Россия славян университетинин профессору – Ордобаев Б.С., техн.ил.канд., Кыргыз-Россия славян университетинин – доценти – Токтосунов А.М..

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН КУРУЛУШ ЧЕНЕМДЕРИ

Курулуштагы ченемдик документтер тутуму

БЕТОН ЖАНА ТЕМИР-БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ.
НЕГИЗГИ ЖОБОЛОР

Бетонные и железобетонные конструкции.
Основные положения

Concrete and reinforced concrete structures.
Basicprovisions

КЧжЭ 2.03.01-84*
жаңыртылган редакциясы

Ишке киргизүү датасы – 2023.02.01

1 Колдонуу чөйрөсү

Ушул курулуш ченемдери таасирлердин ар кандай түрлөрүнө дуушар болгон бетондун жана арматуранын баардык түрлөрүнөн даярдалуучу курулуштун өнөр жай, жарандык, унаалык, гидротехникалык жана башка чөйрөлөрүндө колдонулуучу бетон жана темир-бетон конструкцияларынын баардык типтерине таратылат.

Ушул курулуш ченемдери баардык типтеги жана дайындалыштагы конструкцияларды долбоорлоо, даярдоо (тургузуу) жана пайдалануу боюнча ченемдик документтерди иштеп чыгуу үчүн жалпы жоболорду аныктайт.

2 Ченемдик шилтемдер

Ушул ченемдерде төмөнкү ченемдик документтерге шилтемелер пайдаланылган:

КР КЧ 20-02:2018* Сейсмикага туруктуу курулуш. Долбоорлоо ченемдери;

КР КЧ 21-01:2018 Имараттардын жана курулмалардын өрт коопсуздугу;

КР КЭ 10-102: 2020 * Курулуш терминологиясы;

КЧжЭ 2.01.07-85 Жүктөмдөр жана таасирлер;

КЧжЭ 2.03.11-85 Курулуш конструкцияларын коррозиядан коргоо;

КЧжЭ 3.09.01-85 Курама темир-бетон конструкцияларын жана буюмдарын өндүрүү;

КР КЧжЭ 52-01-2009 Жүк көтөрүүчү жана тосмолоочу конструкциялар;

МАКЧ 2.04-02-2004 Имараттарды жылуулап коргоо;

МАСТ 4.212-80 Продукциянын сапатынын көрсөткүчтөрүнүн тутуму. Курулуш. Бетондор. Көрсөткүчтөрдүн номенклатурасы;

МАСТ 380-2005 Кадимки сапаттагы көмүртектүү болот. Маркалар;

МАСТ 535-2005 Кадимки сапаттагы көмүртектүү болоттон жасалган секциялуу жана формалуу прокат. Жалпы техникалык шарттар;

МАСТ 1050-2013 Легирленбеген конструкциялык жогорку сапаттагы жана атайын болоттордон металл буюмдары. Жалпы техникалык шарттар;

МАСТ 2590-2006 Ысык иштетилген тегерек болот прокат. Сортамент;

МАСТ 7473-2010 Бетон аралашмалары. Техникалык шарттар;

МАСТ 7566-94 Металл буюмдар. Кабыл алуу, маркалоо, таңгактоо, ташуу жана сактоо;

МАСТ 8731-74* Ысык деформацияланган тиксиз болот түтүктөр. Техникалык талаптар;

МАСТ 8732-78* Ысык деформацияланган бириксиз болот түтүктөр. Сортамент;

МАСТ 10922-90 Ширетилген арматуралуу жана камтылган буюмдар, темир бетон конструкцияларынын ширетилген арматураларын жана камтылган буюмдарын туташтыруу. Жалпы техникалык шарттар;

МАСТ 13015-2012 Курулуш үчүн бетон жана темир-бетон буюмдары. Жалпы техникалык талаптар. Кабыл алуу, маркалоо, ташуу жана сактоо эрежелери;

МАСТ 14098-2014 Темир-бетон конструкцияларынын ширетилген арматураларынын жана салынган буюмдардын кошулуулары. Түрлөрү, конструкция жана өлчөмдөрү;

МАСТ 25192-2012 Бетондор. Классификациясы жана жалпы техникалык талаптар;

МАСТ 25781-83 Темир бетон бумдарын жасоо учун болот формалар. Техникалык шарттар;

МАСТ 27006-86 Бетондор. Курамын тандоо эрежелери;

МАСТ 27751-2014 Курулуш конструкцияларынын жана фундаменттеринин ишенимдүүлүгү. Негизги жоболор;

МАСТ Р 51254-99 (ISO 6789:92) Жип байланыштарын катуулатууну нормалдаштыруу үчүн монтаждык шайман. Жалпы техникалык шарттар;

Э с к е р т ү ү – Ушул курулуш ченемдерин колдонууда шилтемдик документтердин иш-аракетин жалпы колдонуудагы маалыматтык тутумдан – Интернет тармагындагы стандартташтыруу чөйрөсүндөгү органдын расмий сайтынан же ушул жылдын 1-январына карата абалында жарыяланган үч бөлүктөн турган (Курулуш каталогу 1-бөлүк, Курулуш каталогу 2-бөлүк, Курулуш каталогу 3-бөлүк) КК-1(Көрсөткүч) Курулуш Каталогуна ылайыктуу текшерген максатка ылайыктуу.

Эгерде күнү берилбеген шилтемеси бар шилтемелик документ алмаштырылган болсо, анда ошол документтин иштеп жаткан версиясын ошол версияга киргизилген бардык өзгөртүүлөрдү эске алуу менен колдонуу керек. Эгерде күнү берилген шилтемеси бар шилтемелик документ алмаштырылган болсо, анда ошол документтин бекитүү (кабыл алуу) жылы жогоруда көрсөтүлгөн версиясын колдонуу керек. Эгерде ушул курулуш ченемдерин бекиткенден кийин, күнү берилген шилтемеси бар шилтемелик документке шилтеме берилген жобого тийиштүү өзгөртүү киргизилген болсо, анда ошол жобону берилген өзгөртүүнү эске алуусуз колдонуу керек. Эгерде шилтемелик документ алмаштыруусуз жокко чыгарылган болсо, анда ага шилтеме берилген жобону, ошол шилтемеге тиешесиз бөлүгүндө колдонуу керек. Ченемдер менен эрежелердин иш-аракеттери жөнүндө маалыматтарды техникалык регламенттер менен стандарттардын маалыматтык корунан текшерген максатка ылайыктуу.

3 Атоолор жана аныктамалар

Ушул ченемдерде төмөнкү атоолор жана аныктамалар колдонулат:

1 арматураны анкерлөө: Арматураны эсептик кесилиштен ары белгилүү бир узундукка киргизүү жолу менен же анын учтарында атайын анкердик түзмөктөрдү түзүү аркылуу арматуранын ага аракет эткен күчтөнүүлөрдү кабыл алуусун камсыз кылуу.

2 өзөктүк арматура:

2.1 конструктивдик арматура: конструктивдик талаптардан улам эсептөөсүз орнотулуучу арматура.

2.2 алдын ала чыңалган арматура: Пайдалануу стадиясында аракет этүүчү сырткы жүктөмдөрдүн таасирине чейин конструкцияларды даярдоо жараянында алдын ала чыңалтылуучу арматура.

2.3 жумушчу арматура: Конструкциялардын бекемдигин жана ийкемсиздигин камсыз кылуу үчүн алардагы эсептик күчтөнүүлөрдү кабыл алуучу арматура.

3 бетондун сактоочу катмары: Элементтин кырынан арматура өзөгүнүн эң жакынкы бетине чейинки, арматураны коррозиядан сактоочу бетон катмарынын калыңдыгы.

4 бетон конструкциялары: Арматура колдонуусуз же бекемдикке таасирин тийгизбеген арматурасы аз, бетондон даярдалган конструкциялар.

5 дисперстик-арматураланган конструкциялар (фибробетондук, армоцементтик): Дисперстик түрдө жайгашкан фибраларды же ичке болот зымдан майда ячейкалуу торду камтыган темир-бетон конструкциялары.

6 темир-бетон конструкциялары: Жумушчу жана конструктивдик арматуралары менен бетондон даярдалган, баардык тасирлерден эсептик күчтөнүүлөрдү бирге кабыл алуучу конструкциялар (арматураланган бетон конструкциялары).

7 болот-бетон конструкциялары: Өзөктүк арматура болотунан айырмалуу болоттон элементтерди камтыган, темир-бетон элементтери менен бирге иштеген темир-бетон конструкциялары.

8 темир-бетонду арматуралоо көмөк чоңдугу (коэффициенти): Арматуранын кесилиш аянтынын бетондун жумушчу кесилиш аянтына катышы, пайыз менен туюнтулат.

9 бетондун суу өткөрбөөчүлүк боюнча шартбелгиси (маркасы): Стандарттык сыноолор шарттарында суунун максималдуу басымы астында бетон үлгүсү аркылуу өтүп кетпей турган суунун максималдуу басымы менен мүнөздөлүүчү бетондун өткөрүүчүлүк көрсөткүчү.

10 бетондун суукка чыдамдуулук боюнча шартбелгиси (маркасы): Стандарттык базалык усулдар боюнча сыналган бетон үлгүлөрүнүн ченемдер тарабынан аныкталган тоңдуруу жана эритүү циклдеринин минималдуу саны. Сыноолордун жыйынтыгында үлгүлөрдүн алгачкы физикалык-механикалык касиеттери ченемдерде аныкталган чектерде сакталышы зарыл.

11 бетондун өзү чыңалуусу боюнча шартбелгиси (маркасы): Узатасынан арматуралоо көмөк чоңдугунда бетондун кеңейүүсүнүн натыйжасында анда түзүлүүчү алдын ала чыңалуунун ченемдер тарабынан аныкталган мааниси, МПа.

12 алгачкы мүнөздөмөлөр:

12.1 бетондун орточо тыгыздыгы боюнча шартбелгиси (маркасы): Жылуулук обочолонтуу боюнча талаптар коюлган бетондордун кг/м^3 менен туюнтулган тыгыздыгынын ченемдер тарабынан аныкталган мааниси.

13 массивдүү конструкция: Кургашы үчүн ачык болгон бетинин аянтынын (м^2) анын көлөмүнө (м^3) катышы 2 барабар же андан кичине болгон конструкция.

14 арматураны механикалык бириктирүү: Эки арматура өзөктөрүн эсептик кысылуу жана чоюлуу күчтөнүүлөрүн кабыл алуучу бириктиргич кошкуч аркылуу бириктирүү.

15 бетондун суукка чыдамдуулугу: Бетонду көп жолу кайталап тоңдурууда жана эритүүдө анын алгачкы физикалык-механикалык касиеттерин сактап калуу касиети, суукка чыдамдуулук шартбелгиси (маркасы) менен белгиленет.

16 жантык кесилиш: Элементти анын узатасынан багытталган огуна карата жантык тегиздик менен кесүүдө жаралган кесилиши.

17 нормалдык кесилиш: Элементти анын узатасынан багытталган огуна карата перпендикуляр тегиздик менен кесүүдө жаралган кесилиш.

18 жубасталган бириктирме: Болоттон даярдалган бириктирүүчү кошкучтарды ысытпастан туруп курулуш аянтынын шарттарында которулма жабдуунун же завод шарттарында стационардык жабдуунун жардамы аркылуу майышма деформациялоо жолу менен арматура өзөкөтөрүн бириктирүү.

19 бетондун тыгыздыгы: Бетондун массасынын анын көлөмүнө болгон катышын туюнтуучу мүнөздөмөсү, орточо тыгыздык боюнча шартбелгиси (марка) менен белгиленет.

20 чектик күчтөнүү: Материалдардын кабыл алынган мүнөздөмөлөрүндө элемент, анын кесилиши тарабынан кабыл алынуучу эң чоң күчтөнүү.

21 бетондун өткөрүмдүүлүгү: Бетондун басымдын алдында өзү аркылуу газдарды же суюктуктарды өткөрүү (суу өткөрбөөчүлүк боюнча шартбелгиси менен белгиленет) же басым болбогон учурда сууда эриген заттардын диффузиялык өтүмдүүлүгүн камсыз кылуу (электр агынынын же электр потенциалынын ченемделүүчү чоңдуктары менен белгиленет) касиети.

22 кесилиштин жумушчу бийиктиги: Элементтин кысылган кырынан узата жайгашкан чоюлган арматуранын оордук борборуна чейинки аралык.

23 сайлуу бириктирме: Арматура өзөктөрүн заводдо даярдалган сайлуу кошкучтар менен бириктирүү.

24 бетондун өзүнөн өзү чыңалуусу: Конструкциянын бетонунун катуулануусунда андагы цемент ташынын кеңейүүсүнүн натыйжасында ал кеңейүүгө чектөөлөр болгондо бетондо жаралган кысылуу чыңалуусу, өзүнөн өзү чыңалуу шартбелгиси (марка) менен белгиленет.

25 арматуранын кайчылашма уламалары: Арматура өзөктөрүн алардын узундуктары боюнча ширетүүсүз бир арматура өзөгүнүн учун экинчи арматура өзөгүнүн учуна карата ары киргизүү менен бириктирүү.

26 цангдык бириктирүү: Арматура өзөктөрүн конустук бойшакектердин ичинде жайгашкан конустук бириктиргич жартактардын жардамы аркылуу кысып бириктирүү.

4 Негизги тамгалык белгиленииштер

Негизги тамгалык белгиленииштер А тиркемесинде келтирилген.

5 Бетон жана темир-бетон конструкцияларына жалпы талаптар

5.1 Баардык типтеги бетон жана темир-бетон конструкциялары төмөнкү талаптарды канаттандырышы зарыл: имараттардын, курулмалардын тургузууда дагы жана пайдаланууда дагы коопсуздугу боюнча; пайдаланууга жарамдуулугу боюнча; көпкө чыдамдуулугу боюнча; долбоорлоого берилген тапшырмада көрсөтүлгөн башка талаптарды жана КР КЧ 20-02.

5.2 Коопсуздук боюнча талаптарды камсыз кылуу үчүн темир-бетон конструкциялары имараттарды, курулмаларды куруу жана пайдалануу жараянында мүмкүн болгон баардык таасирлерде жарандардын өмүрүнө же ден соолугуна, мүлкүнө, айлана чөйрөгө залал келтирүү менен байланышкан кандай гана болбосун кыйроолор жокко чыгарыла турган параметрлерге ээ болуусу шарт.

5.3 Пайдаланууга жарамдуулугу боюнча талаптарды камсыз кылуусу үчүн конструкция ишенимдүүлүктүн тиешелүү даражасында мүмкүн болгон баардык эсептик таасирлерде технологиялык жабдууларды нормалдуу пайдаланууну кыйындатуучу, жабдуулардын, машинелердин жана механизмдердин нормалдуу иштешине жолтоо болуучу жаракалардын жаралышы же алардын өтө ачылышы, ошондой эле өтө чоң которулуулар, термелүүлөр жана башка бузулуулар болбой турган параметрлерге ээ болуусу, ошондой эле долбоорлоодо аныкталган башка конструктивдик жана башка талаптарга жооп берүүсү шарт. Конструкциялар керек учурларда жылуулук обочолонтуу, үн обочолонтуу, биологиялык коргоо ж.б. талаптарды камсыз кылуучу мүнөздөмөлөргө ээ болушу дагы талап кылынат.

Жаракалардын жаралышын болтурбоо үчүн талаптар төмөнкүлөргө коюлат:

- кесилиши толугу менен чоюлууга дуушар болгон темир-бетон конструкцияларына, алардын өткөрбөөчүлүгүн (суюктуктардын же газдардын басымында, радиациянын таасиринде д.у.с.) камсыз кылуу керек болгондо;
- жогорулатылган көпкө чыдамдуулук талаптары менен өзгөчө конструкцияларга;
- өтө агрессивдүү чөйрөдө пайдаланылучу конструкцияларга.

Калган темир-бетон конструкцияларда жаракалардын пайда болушуна жол берилет, бирок аларга жаракалардын ачылуу жазылыктарын чектөө боюнча талаптар коюлат.

5.4 Көпкө чыдамдуулук боюнча талаптарды аткаруу үчүн конструкция кызмат өтөөнүн аныкталган мөөнөтүндө ар кандай эсептик таасирлердин (жүктөмдүн узак мөөнөткө аракет этүүсү, жагымсыз климатикалык, технологиялык, температуралык таасирлер жана нымдын таасирлери, алмак - салмак тоңдуруу жана эритүү, агрессивдүү жана башка таасирлер)

конструкциялардын геометриялык мүнөздөмөлөрүнө жана материалдардын механикалык мүнөздөмөлөрүнө тийгизүүчү таасирлерди эсепке алуу менен коопсуздук жана пайдаланууга жарамдуулук боюнча талаптарды аткаруу камсыз боло тургандай параметрлерге ээ болуусу абзел.

5.5 Бетон жана темир-бетон конструкцияларынын элементтеринин коопсуздугу, пайдаланууга жарамдуулугу, көпкө чыдамдуулугу ушул ченемдерде жана алардын негизинде иштелип чыгылуучу ченемдик жана усулдук документтерде аныкталган төмөнкү талаптардын топторун аткаруу аркылуу камсыз кылынышы зарыл:

- бетондун жана арматуранын параметрлеринин ченемдик жана эсептик маанилерине талаптарды;
- конструкциялардын чектик абалдар боюнча эсептөөлөрүнө талаптарды; -
арматуралоо боюнча конструктивдик талаптарды;
- имараттарды жана курулмаларды даярдоо жана тургузуу боюнча технологиялык талаптарды;
- имараттардын жана курулмалардын темир-бетон конструкцияларын пайдалануу боюнча талаптарды.

5.6 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын долбоорлоодо конструкциялардын ишенимдүүлүгүн тиешелүү ишенимдүүлүк көмөк чоңдуктардын жана имараттардын, курулмалардын жоопкерчилик деңгээлдеринин жардамы менен аныкталуучу жүктөмдөрдүн жана таасирлердин эсептик маанилерин, бетон жана арматуранын (же конструкциялык болоттун) эсептик мүнөздөмөлөрүн колдонуу менен МАСТ 27751 ылайык эсептөөлөрдө камсыз кылышат.

Жүктөмдөрдүн жана таасирлердин ченемдик маанилери, жүктөм боюнча ишенимдүүлүк көмөк чоңдуктарынын, ошондой эле конструкциялардын дайындалышы боюнча ишенимдүүлүк көмөк чоңдуктарынынын маанилери курулуш конструкциялары үчүн тиешелүү ченемдик документтерде аныкталат.

Жүктөмдөрдүн жана таасирлердин эсептик маанилерин эсептик чектик абалдын жана эсептик кырдаалдын түрүнө жараша кабыл алышат.

Материалдардын мүнөздөмөлөрүнүн эсептик маанилеринин ишенимдүүлүк деңгээли эсептик кырдаалга жана тиешелүү чектик абалдарга жетүү кооптуулугуна жараша аныкталат жана бетон, арматура (же конструкциялык болот) боюнча ишенимдүүлүк көмөк чоңдугунун маанилери аркылуу жөнгө салынат.

Бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөөлөрдү эсептик туюнтмаларга кирүүчү негизги факторлордун өзгөрүлмөлүүлүгү тууралуу жетиштүү берилмелер болгондо гана ыктымалдуулук эсептөөлөрдүн негизинде ишенимдүүлүктүн берилген мааниси боюнча жүргүзүүгө болот.

5.7 Конструкциялардын ишенимдүүлүгү боюнча талаптарды (анын ичинде коопсуздук, пайдаланууга жарамдуулук жана көпкө чыдамдуулук боюнча) аткаруу үчүн долбоорлоо стадиясында төмөнкүлөрдү ишке ашыруу керек:

- конструкциянын эсептик сөлөкөтүн жана эсептик кырдаалдарды тандоону;

- ушул ченемдерди өркүндөтүү максатында иштелип чыккан ченемдик документтерге ылайык бекемдикке, туруктуулукка, деформациялуулукка эсептөөлөрдү жүргүзүүнү жана конструкциянын элементтеринин геометриялык параметрлерине, бетондун мүнөздөмөлөрүнө, арматуралоого талаптарды аныктоону;

- керек учурларда тиешелүү ченемдик документтердин талаптарынын негизинде түзүлгөн долбоорлоого тапшырмага ылайык жылулук обочолонтуучу, үн обочолонтуучу касиеттерге, отко туруктуулукка, өткөрүмдүүлүккө, айлана чөйрөнүн таасирлерине туруктуулукка эсептөөлөрдү жүргүзүүнү;

- жумушчу чиймелерди иштеп чыгууну;

- керек учурларда эксперименттик текшерүүлөрдү (сыноолорду) жүргүзүүнү;

- конструкциянын көпкө чыдамдуулугун камсыз кылуу шарттарын талдоону жана керек учурларда материалдардын чарчоосуна эсептөөлөрдү жүргүзүүнү; коррозиядан, климатикалык жана пайдалануу таасирлеринен коргоо боюнча талаптарды аныктоону;

- эсепке алынбаган (кокустан болуучу) таасирлерде конструкциянын бүтүндүгүн сактоо (улам өөрчүүчү бузулууларды болтурбоо) муктаждыгынан улам долбоорлонуучу конструкциянын кабыл алынган параметрлерин текшерүүнү;

- долбоорлонуучу объектти куруу жана пайдалануу стадияларында конструкциянын параметрлеринин долбоордук маанилерин бекитүүнү жана бул параметрлердин мүмкүн болгон факт жүзүндөгү маанилеринин диапазондорун аныктоону;

- конструкцияны куруу (даярдоо, ташуу жана монтаждоо) жана пайдалануу стадияларында конструкциянын параметрлеринин факт жүзүндөгү маанилерин камсыз кылуу боюнча иш-чараларды аныктоону, анын ичинде тиешелүү технологиялык жараяндарды жүргүзүүдө жана сапатты контролдоодо (анын ичинде жумуштардын белгилүү бир этаптарын аткаруудан кийин жумуштун андан ары уланылышында жашырылып кала турган конструкциянын контролдоого алынуучу участкалары), ошондой эле пайдалануу жараянында конструкциянын абалын баалоодо сакталууга жаткан талаптарды аныктоону;

- долбоорлоодо, курууда жана пайдаланууда адам фактору менен шартталган олуттуу каталардын кесепети болуп саналган кокустан болуучу

таасирлердин натыйжасында жаралуучу бузулуулардын тобокелчилигин азайта турган талаптарды аныктоону;

Э с к е р т ү ү – бул пункттагы “керек учурларда” туюнтмасы тиешелүү ченемдик документтерде же долбоорлоо алгоритминде каралган, долбоорчулар тарабынан кабыл алынган учурларга тиешелүү.

5.8 Конструкциялардын коопсуздугун, пайдаланууга жарамдуулугун жана көпкө чыдамдуулугун камсыздоого карата чечимдерди кабыл алуу үчүн туура жана жеткиликтүү деп иштеп чыгуучулар тарабынан таанылуучу статистикалык берилмелер болгондо алардын негизинде 5.7 пунктунда каралганга караганда долбоорлоонун жөнөкөйлөтүлгөн иретин кабыл алууга жол берилет. Бирок, кокустан болуучу таасирлерде көпкө чыдамдуулук жана бүтүндүк шарттары боюнча конструкциянын кабыл алынган долбоордук маанилерин текшерүү боюнча талаптар, ошондой эле куруу жана пайдалануу стадиялары үчүн коопсуздукту аныктоо боюнча талаптар милдеттүү болуп саналат.

5.9 Долбоордук документтердеги куруу стадиясына аныкталуучу талаптар төмөнкүлөрдү камтуусу зарыл:

- пайдаланылуучу материалдарга жана заводдук шарттарда же курулуш аянтында даярдалуучу элементтерге талаптарды;

- конструкцияны тургузуу (жерпайды куруу) жараянына, анын ичинде аны ишке ашыруунун температуралык-нымдуулук шарттарына, колдонулуучу технологиялык жабдууларга жана жабдыктарга, аларды жаткыруу моментине материалдардын параметрлерине, конструкциянын элементтеринин абалын жөнгө салууга, технологиялык операцияларды аткаруу аяктагандан кийин конструкцияны кармоо шарттамдарына, ошондой эле бүткөрүлгөн конструкциянын элементтерин жана конструкцияны жалпысынан кабыл алуу контролун жүргүзүүгө талаптарды.

5.10 Долбоордук документтердеги пайдалануу стадиясына талаптар төмөнкүлөрдү камтуусу зарыл:

- пайдалануу жараянында конструкциянын жана анын элементтеринин параметрлеринин мүмкүн болгон өзгөрүлүүлөрүнүн чектери;

- конструкциянын абалын кароолордун жана баалоолордун мегилдүүлүгүнө талаптарды;

- конструкциянын оңдолуучу элементтерине оңдоолорду жүргүзүү жана оңдолбоочу элементтерди алмаштыруу шарттарына талаптарды, анын ичинде коопсуздук талаптарын.

5.11 Долбоордук документтерде эсептөөлөрдүн жыйынтыгында кабыл алынган конструкциянын параметрлерине талаптар ошол параметрлердин чектик маанилери формасында же долбоорлонгон конструкциялардын параметрлеринин

накта маанилеринин номиналдык маанилерден чектик четтөөлөрүн көрсөтүү менен номиналдык маанилердин формасында аныкталышы зарыл.

6 Бетон жана арматуранын мүнөздөмөлөрү, аларга коюлуучу талаптар

6.1 Бетондун ченемделүүчү мүнөздөмөлөрү

6.1.1 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын долбоорлоодо таасын конструкцияларга коюлуучу пайдалануу талаптарына ылайык МАСТ 25192 боюнча беондун түрү, МАСТ 4.212 боюнча анын ченемделүүчү жана контролдонуучу сапатынын көрсөткүчтөрү аныкталышы керек.

Бетон жана темир-бетон конструкциялары үчүн бетондун төмөнкү түрлөрү колдонулат: оор, майда дандуу, жеңил, ячейкалуу, чыңалтуучу, ысыкка туруктуу, химияга туруктуу, радиациялык коргоочу, полимербетондор, полистиролбетондор, гидротехникалык, жолдук бетондор жана башкалар. Бетондун түрүн конструкциянын дайындалышына, конструктивдик чечилишине, жүктөмдүн мүнөзүнө жана айлана чөйрөнүн таасирине жараша кабыл алышат.

6.1.2 Долбоордук документтерде каралган бетондун түрлөрү тиешелүү стандарттардын талаптарын канааттандырууга тийиш.

6.1.3 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын долбоорлоодо конструкциялардын коопсуздугун, пайдаланууга жарамдуулугун жана көпкө чыдамдуулугун камсыз кылуучу бетондун мүнөздөмөлөрүнүн ченемделүүчү жана контролдонуучу маанилери аныкталуусу зарыл.

6.1.4 Бетондордун негизги ченемделүүчү жана контролдонуучу мүнөздөмөлөрү катары төмөнкүлөр саналышат:

- кысылууга бекемдиги боюнча классы B;
- октук чоюлууга бекемдиги боюнча классы B_t;
- суукка чыдамдуулугу боюнча маркасы F;
- суу өткөрбөөчүлүгү боюнча маркасы W;
- орточо тыгыздыгы боюнча маркасы D.

Кысылууга бекемдиги боюнча бетондун классы B камсыздуулугу 0,95 түзгөн өлчөмдөрү 150х150х150 мм болгон долбоордук мөөнөттөгү кубдун үлгүлөрүн сыноодо аныкталуучу бетондун кысылууга бекемдигинин (ченемдик кубдук бекемдик) МПа менен өлчөнгөн маанисине туура келет жана ал B 0,5тен B 120 чейинки чектерде кабыл алынат.

Октук чоюлууга бекемдиги боюнча бетондун классы B_t камсыздуулугу 0,95 түзгөн МПа менен өлчөнүүчү бетондун октук чоюлууга бекемдигинин (бетондун

чоюлууга ченемдик бекемдиги) маанисине туура келет жана B_t 0,4төн B_t 6 чейинки чектерде кабыл алынат.

Курулмалардын атайын түрлөрү үчүн (мисалга, массивдүү гидротехникалык курулмалар үчүн) бетондун кысылууга жана октук чоюлууга бекемдигинин камсыздуулугунун башка маанилерин да кабыл алууга жол берилет.

Бетондун суукка чыдамдуулук боюнча маркасы F үлгү стандарттык сыноодо чыдаган алмак-салмак тоңдуруу жана эритүү циклдеринин минималдуу санына туура келет жана F15тен F300 чейинки чектерде кабыл алынат.

Бетондун суу өткөрбөөчүлүк боюнча маркасы W бетон үлгүсүнүн стандарттык сыноодо чыдаган суунун максималдык басымынын маанисине ($МПа \cdot 10^{-1}$) туура келет жана W2ден W20 чейинки чектерде кабыл алынат.

Бетондун орточо тыгыздыгы боюнча маркасы D анын $кг/м^3$ менен туюнтулган көлөмдүк массасынын орточо маанисине туура келет жана D 200дөн D 5000 чейинки чектерде кабыл алынат.

Чыңалтуучу бетондор үчүн өзүн чыңалтуусу боюнча маркасы аныкталат.

Бетондун класстарын жана маркаларын алардын параметрлерине ылайык бетондордун ар кандай түрлөрүнө стандарттарда аныкталган катарлары менен дайындашат.

6.1.5 Бекемдиги кысылууга жана октук чоюлууга бекемдиктери боюнча класстарына туура келе турган бетондун долбоордук мөөнөтүн долбоорлоодо конструкцияларды долбоордук жүктөмдөр менен жүктөөнүн реалдуу мөөнөттөрүнө карап, бетонду куюу ыкмасын жана катууланyу шарттарын эсепке алуу менен дайындашат. Бул берилмелер жок болгон учурларда бетондун долбоордук мөөнөтүн 28 суткага барабар деп алышат.

6.1.6 Бетондун ченемделүүчү жана контролдонуучу мүнөздөмөлөрүн төмөнкү жоболорду эске алуу менен дайындоо керек.

Бетондун кысылууга бекемдиги боюнча классын В жана орточо тыгыздыгы боюнча маркасын D баардык учурларда дайындашат.

Бетондун октук чоюлууга бекемдиги боюнча классын B_t бул мүнөздөмө качан конструкциянын талап кылынган бекемдигин жана (же) жаракага туруктуулугун камсыз кылуу үчүн аныктоочу болуп саналганда жана өндүрүштө контролдоого жатканда дайындашат.

Бетондун суука чыдамдуулугу боюнча маркасын F алмак-салмак тоңдурууга жана эритүүгө дуушар кылынган конструкциялар үчүн дайындашат.

Бетондун суу өткөрбөөчүлүк боюнча маркасын W суу өткөрүүчүлүгүн чектеген талаптар коюлган конструкциялар үчүн дайындашат.

6.1.7 Долбоорлонуучу имараттарга же курулмаларга ченемдик документтердин талаптарына ылайык долбоордук документтерде бетондун

кошумча ченемделүүчү жана контролдонуучу мүнөздөмөлөрү аныкталышы зарыл, анын ичинде:

- курамына күйүүчү камдаштыргыч заттар же толуктагычтар кирген бетондор үчүн – КЧ КР 21-01 боюнча өрттүк-техникалык мүнөздөмөлөр;
- имараттардын жана курулмалардын тосмолоочу конструкцияларынын бетону үчүн – МАКЧ 2.04-02 боюнча дайындалуучу жылуулук өткөрүмдүүлүк, аба өткөрүүгө каршылык көрсөтүүсү, буу өткөрүүчүлүк;
- пайдаланууда жогорку температуранын таасирине дуушар болгон конструкциялардын бетону үчүн – МАСТ 20910 боюнча дайындалуучу чектик мүмкүн болгон температураны колдонуу боюнча классы, термотуруктуулук боюнча маркасы;
- пайдаланууда чөйрөнүн агрессивдүү таасирине дуушар болгон конструкциялардын бетону үчүн – КЧжЭ 2.03.11 боюнча өткөрүмдүүлүк көрсөткүчтөрү жана (же) арматурага карата бетондун коргоочу касиеттеринин мүнөздөмөлөрү.

6.1.8 Конструкцияларга долбоордук документтерде даярдоонун ар кандай стадияларында контролдонуучу бетондун көрсөткүчтөрүнүн маанилерине, анын ичинде өткөрүп берүүчүлүк, калыптан ажыратучулук жана коё берүүчүлүк бекемдиктеринин маанилерине талаптар көрсөтүлүүсү зарыл.

6.1.9 Кургак абалындагы тыгыздыгы ченемделүүчү жана контролдонуучу бетон үчүн долбоордук документтерде коё берүү нымдуулугуна талаптар аныкталуусу зарыл.

6.1.10 Таасын түрдөгү конструкциялардын бетонуна стандарттардын жана техникалык шарттардын талаптарына ылайык долбоордук документтерде жыйрылуу, жылышуу деформацияларынын, чыдамдуулуктун, жылуулук бөлүп чыгаруунун, призмалык бекемдиктин, серпилгичтүүлүк модулунун, Пуассондун көмөк чоңдугунун, арматурага карата бетондун коргоочу касиеттеринин көрсөткүчтөрүнүн ченемделүүчү жана контролдонуучу маанилери келтирилиши ыктымал.

6.1.11 Бетондун сапатынын көрсөткүчтөрү тиешелүү бетон аралашмасынын курамын долбоорлоо (бетон үчүн материалдардын мүнөздөмөлөрүнүн негизинде), бетон аралашмасын даярдоо жана жумуштарды жүргүзүү технологиясы менен камсыз болуусу зарыл.

6.2 Бетондун бекемдик жана деформациялык көрсөткүчтөрүнүн ченемдик жана эсептик маанилери

6.2.1 Бетондун бекемдигинин жана деформациялуулугунун негизги көрсөткүчтөрү болуп алардын ченемдик маанилери саналат:

- бетондун октук кысылууга каршылык көрсөтүүсү $R_{b,n}$;
- бетондун октук чоюлууга каршылык көрсөтүүсү $R_{bt,n}$.

Бетондун октук кысылууга каршылык көрсөтүүсүнүн ченемдик мааниси (призмалык бекемдик) жана октук чоюлууга каршылык көрсөтүүсүнүн ченемдик мааниси бетондун тиешелүү түрү үчүн куб үлгүлөрүнүн ченемдик бекемдигинен (ченемдик кубдук бекемдик) көз карандылыкта аныкталат жана өндүрүштө контролдонот.

Бетондун кысылууга призмалык жана кубдук бекемдиктеринин ченемдик маанилеринин ортосундагы катышты, ошондой эле бетондун чоюлууга бекемдигинин ченемдик маанилеринин бетондун кысылууга бекемдигинин ченемдик маанилеринин ортосундагы катышын бетондун тиешелүү түрү үчүн бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөө боюнча ченемдик документтерде аныкташат. Бетонду өндүрүүнүн калыптанган шарттарында конструкцияларды долбоорлоодо бул катыштар стандарттык сыноолордун жыйынтыктары боюнча аныкталышы ыктымал.

Октук чоюлууга бекемдик боюнча бетондун классын дайындоодо бетондун октук чоюлууга каршылык көрсөтүүсүнүн ченемдик маанисин бетондун өндүрүштө контролдонуучу октук чоюлууга классынын сандык мүнөздөмөсүнө барабар кылып кабыл алышат.

6.2.2 Бетондун негизги деформациялык мүнөздөмөлөрү болуп төмөнкү ченемдик маанилери саналышат:

- бетондун октук кысылуудагы жана октук чоюлуудагы чектик салыштырмалуу деформацияларынын (тиешелүү түрдө $\varepsilon_{bo,n}$ жана $\varepsilon_{bto,n}$);
- бетондун баштапкы серпилгичтүүлүк модулунун $E_{b,n}$.

Мындан сырткары, төмөнкү деформациялык мүнөздөмөлөрдү аныкташат:

- бетондун туурасынан деформациясынын баштапкы көмөк чоңдугун ν;
- бетондун жылышуу модулун G;
- бетондун температуралык деформациялар көмөк чоңдугун α_{bt};
- бетондун салыштырмалуу жылышуу деформацияларын ε_{cr} (же аларга тиешелүү жылышуу мүнөздөмөсүн $\varphi_{b,cr}$, жылышуу ченин $C_{b,cr}$);
- бетондун жыйрылуусунун салыштырмалуу деформацияларын ε_{shr}.

Бетондун октук кысылуудагы жана чоюлуудагы чектик салыштырмалуу деформацияларынын жана бетондун баштапкы серпилгичтүүлүк модулунун ченемдик маанилерин бетондун түрүнө, бетондун кысылууга бекемдиги боюнча классына, бетондун орточо тыгыздыгы боюнча маркасына, ошондой эле бетондун технологиялык параметрлерине (бетон аралашмасынын курамы жана мүнөздөмөлөрү, бетонду катуулантуу ыкмалары жана башка параметрлери) жараша, эгерде алар белгилүү болсо, аныкташат.

6.2.3 Бир октуу чыңалуу абалында бетондун механикалык касиеттеринин жалпыланган мүнөздөмөлөрү катары баштапкы (нөлдүк) маанисинен бетондун талкалануусуна чейинки чектик маанисине туура келген бир жолу жүктөлгөн жүктөмдүн кыска мөөнөткө аракет этүүсүнөн кысылган (чоюлган) бетондун чыңалуулар $\sigma_{b,n}$ ($\sigma_{bt,n}$) жана узата багытталган салыштырмалуу деформацияларынын $\varepsilon_{b,n}$ ($\varepsilon_{bt,n}$) ортосундагы байланышты аныктаган бетондун абалынын (деформациялануусунун) ченемдик диаграммасын кабыл алуу талап кылынат.

Жалпы учурда бетондун абалынын диаграммасы төмөн карай багытталган бутагы менен ийри сызыктуу келбеттеги диаграммага ээ. Практикалык эсептөөлөр үчүн ийри сызыктуу диаграмманы өзүнчө түз сызыктуу, жантык жана горизонталь участоктордон турган жөнөкөйлөтүлгөн сынык сызыктуу диаграмма менен алмаштырууга жол берилет.

Бетондун абалынын ченемдик диаграммасы бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөө боюнча курулуш эрежелеринде (КЭ) аныкталат. Бетонду чыгаруунун өздөштүрүлгөн шарттарында ишке ашырылуучу конструкцияларды эсептөөлөрдө бул катыштар стандарттык сыноолордун натыйжасында аныкталышы ыктымал.

6.2.4 Эсептөөлөрдө колдонулуучу бетондун негизги эсептик бекемдик мүнөздөмөлөрү катары бетондун каршылык көрсөтүүсүнүн төмөнкү эсептик маанилери саналат:

- октук кысылууга R_b;
- октук чоюлууга R_{bt}.

Бетондун бекемдик мүнөздөмөлөрүнүн эсептик маанилерин бетондун октук кысылууга жана чоюлууга каршылык көрсөтүүлөрүнүн ченемдик маанилерин кысылуудагы жана чоюлуудагы бетон боюнча тиешелүү ишенимдүүлүк көмөк чоңдуктарына бөлүү менен аныктоо керек.

Ишенимдүүлүк көмөк чоңдуктарынын маанилерин бетондун түрүнө, каралып жаткан чектик абалдагы бетондун эсептик мүнөздөмөсүнө жараша, бирок, төмөнкүлөрдөн кем эмес кылып кабыл алуу керек:

кысылуудагы бетон боюнча ишенимдүүлүк көмөк чоңдугу үчүн:

1,3 – чектик абалдардын биринчи тайпасы үчүн;

1,0 – чектик абалдардын экинчи тайпасы үчүн;

чоюлуудагы бетон боюнча ишенимдүүлүк көмөк чоңдугу үчүн:

1,5 – кысылууга бекемдик боюнча бетондун классын дайындоодо чектик абалдардын биринчи тайпасы үчүн;

1,3 – ошондой эле, октук чоюлууга бекемдик боюнча бетондун классын дайындоодо;

1,0 – чектик абалдардын экинчи тайпасы үчүн.

Бетондун негизги деформациялык мүнөздөмөлөрүнүн эсептик маанилерин чектик абалдардын биринчи жана экинчи тайпалары үчүн алардын ченемдик маанилерине барабар кылып алышат.

Түздөн-түз эсептөөлөрдө чагылдырылбаган жүктөмдүн мүнөзүнүн, айлана чөйрөнүн, бетондун чыңалуу абалынын, элементтин конструктивдик өзгөчөлүктөрүнүн таасирин бетондун эсептик жана деформациялык мүнөздөмөлөрүндө бетондун иштөө шарты көмөк чоңдуктары γ_{bi} аркылуу эсепке алуу керек.

Бетон жана темир-бетон конструкцияларын белгиленген пайдалануу мөөнөтү менен долбоорлоодо узак жүктөөдө $\gamma_{b2(\tau)}$ бетондун иштөө шарттарынын коэффициенти, эгер аны аныктоо долбоорлоо үчүн техникалык тапшырмада каралса, 6.2.4.1-таблицада келтирилген маанилерге ылайык кабыл алыныш керек.

6.2.4.1.таблицасы

τ	(1÷3) сек	60 мүн	1 күн	3 күн	1 жыл	3 жыл	10 жыл	50 жыл	100 жана көбүрөөк жылдар
$\gamma_{b2(\tau)}$	1,099	1,003	0,954	0,926	0,831	0,794	0,784	0,767	0,748
$\gamma_{b2(\tau)}$ эксп.	1,10	1,00	0,960	0,925	0,830	0,800	0,780	0,765	0,750

Э с к е р т ү ү – τ – иштөө мөөнөтү

τ = 1-3 сек. – каралып жаткан кыска мөөнөттүү жана кыска мөөнөттүү таасир этүүчү өзгөчө жүктөмдөрдүн айкалышында эсепке алууда

τ = 60мин – бетон үлгүлөрүн октук кысуу сыноосунда статикалык жүктүн иштөө убактысы.

Калган учурларда $\gamma_{b2(\tau)}$ коэффициентинин мааниси конструкциянын арналышына жана айлана-чөйрөнүн шарттарына жараша атайын көрсөтмөлөргө ылайык кабыл алынат.

6.2.5 Бетондун абалынын (деформациялануусунун) эсептик диаграммасын анын базалык чекиттеринин параметрлеринин ченемдик маанилерин 6.2.4 п. ылайык алардын тиешелүү эсептик маанилерине алмаштыруу жолу менен аныктоо зарыл.

Диаграммалардын эсептик маанилерин аныктоодо жүктөө мүнөзүнүн жана айлана чөйрөнүн, чыңалуу абалынын түрүнүн таасирин жана бетондун абалынын диаграммасына таасир этүүчү башка факторлорду эсепке алуу керек болот.

6.2.6 Жалпак (эки октуу) же көлөмдүү чыңалуу абалында бетондун бекемдик мүнөздөмөлөрүнүн маанилерин эки же үч өз ара перпендикуляр багыттарда аракет этүүчү чыңалуулардын чектик маанилеринин ортосундагы байланышты туюнтуучу критерийден улам бетондун түрүн жана классын эсепке алуу менен аныктоо зарыл.

Бетондун деформацияларын жалпак же көлөмдүү чыңалуу абалдарын эсепке алуу менен аныктоо керек.

6.2.7 Бетондун мүнөздөмөлөрүн – дисперстүү арматураланган конструкциялардагы матрицаларды бетон жана темир-бетон коонструкцияларындагыдай кылып кабыл алышат (6.1 бөлүмү).

Фибрбетон конструкцияларындагы фибрбетондун мүнөздөмөлөрүн бетондун мүнөздөмөлөрүнө, фибрдин бетондогу салыштырмалуу камтылуусуна, формасына, өлчөмдөрүнө жана жайгашуусуна, алардын бетон менен илинишүүсүнө жана физикалык-механикалык касиеттерине, ошондой эле элементтин же конструкциянын өлчөмдөрүнө жараша аныкташат.

6.3 Арматуранын ченемделүүчү мүнөздөмөлөрү

6.3.1 Темир-бетон конструкцияларын долбоорлоодо, аларга коюлуучу талаптарга ылайык, арматуранын түрү, анын сапатынын ченемделүүчү жана коньролдонуучу көрсөткүчтөрү аныкталышы зарыл.

6.3.2 Темир-бетон конструкциялары үчүн тиешелүү стандарттарда каралган арматуранын төмөнкү түрлөрү колдонулууга жатат:

- диаметри 3-80 мм болгон ысык жайылган жылмакай жана мезгилдүү профилдеги;
- диаметри 6-40 мм болгон термомеханикалык бекемделген мезгилдүү профилдеги;
- диаметри 3-12 мм болгон муздак абалында механикалык бекемделген (муздак деформацияланган) мезгилдүү профилдеги же жылмакай;
- диаметри 6-15 мм болгон арматура зым аркандары.

Чоң арыштуу конструкцияларда болот зым аркандары (уюлгу түрүндөгү, кош өрүлмө, жабык) колдонулушу ыктымал.

Бетонду дисперстик арматуралоо үчүн фибраны же жыш торду колдонуу керек.

Болот-бетон конструкциялары (болот жана темир-бетон элементтеринен турган конструкциялар) үчүн болоттон барак сымал жана профилдик прокатты, ийилген профилдерди жана түтүктөрдү колдонушат.

6.3.3 Арматуранын түрүн конструкциянын дайындалышына, конструктивдик чечилишине, жүктөмдөрдүн мүнөзүнө жана айлана чөйрөнүн таасирине жараша кабыл алышат.

6.3.4 Болот арматуранын сапатынын негизги ченемделүүчү жана контролдонуучу көрсөткүчү катары төмөндөгүчө белгиленүүчү чоюлууга бекемдиги боюнча арматуранын классы саналат:

А – ысык жайылган жана термомеханикалык бекемделүүчү арматура үчүн;

В – муздак деформацияланган арматура үчүн;

К – арматура зым аркандары үчүн.

Арматуранын классы МПа менен өлчөнгөн, камсыздуулугу 0,95 кем болбогон агуу чегинин (физикалык же шарттуу) кепилденген маанисине туура келет жана А240тан А1500, В500дөн В2000 жана К1400дөн К2500 чейинки чектерде кабыл алынат.

Арматуранын классын стандарттарда аныкталган алардын параметрлик катарына ылайык дайындоо зарыл.

6.3.5 Чоюлууга бекемдиги боюнча талаптардан сырткары арматурага тиешелүү стандарттар боюнча аныкталуучу кошумча көрсөткүчтөр боюнча дагы талаптар коюлат: ширетилүүчүлүк, чыдамдуулук, майышуучулук, коррозиялык жарылууга каршы туруктуулук, релаксиялык туруктуулук, муздакка туруктуулук, жогорку температураларга туруктуулук, үзүүдөгү салыштырмалуу узаруу ж.б.

Металл эмес арматурага (анын ичинде фибрага дагы) ошондой эле жегичке туруктуулук жана бетонго жабышуучулук талаптары коюлат.

6.3.6 Темир-бетон конструкцияларын долбоорлоодо керектүү көрсөткүчтөрдү эсептөөлөрдүн жана даярдоонун талаптарына ылайык, ошондой эле айлана чөйрөнүн ар кандай таасирлерин эсепке алуу менен конструкцияларды пайдалануу шарттарына жараша кабыл алышат.

6.4 Арматуранын бекемдик жана деформациялуулук мүнөздөмөлөрүнүн ченемдик жана эсептик маанилери

6.4.1 Арматуранын бекемдигинин жана деформациялуулугунун негизги көрсөткүчтөрү катары алардын ченемдик маанилери саналат.

Арматуранын чоюлуудагы (кысылуудагы) негизги мүнөздөмөсү болуп агуунун физикалык чегинин маанисине же 0,2% түзгөн калдыктуу узарууга (кыскарууга) туура келген шарттуу агуу чегинин маанисине барабар ченемдик каршылык көрсөтүүсү $R_{s,n}$ саналат. Мындан сырткары, арматуранын кысылуудагы каршылык көрсөтүүсүнүн ченемдик маанилерин каралып жаткан кысылган арматураны курчап турган бетондун кыскаруу чектик салыштырмалуу деформацияларына барабар болгон деформациялардын маанилери менен чектешет.

Арматуранын негизги деформациялык мүнөздөмөлөрү болуп төмөнкү ченемдик маанилер саналышат:

- чыңалуулардын ченемдик маанилерине $R_{s,n}$ жеткендеги арматуранын салыштырмалуу узаруу деформацияларынын $\varepsilon_{s0,n}$;
- арматуранын серпилгичтүүлүк модулунун $E_{s,n}$.

Физикалык агуу чеги менен арматура үчүн анын салыштырмалуу узаруу деформациясынын ченемдик маанилерин $\varepsilon_{s0,n}$ арматуранын каршылык көрсөтүүсүнүн ченемдик маанилериндеги жана серпигичтүүлүк модулундагы серпилгич салыштырмалуу деформациялар катары аныкташат.

Шарттуу агуу чеги менен арматура үчүн арматуранын узаруусунун салыштырмалуу деформациясынын ченемдик маанилерин $\varepsilon_{s0,n}$ анын 0,2% барабар калдыктуу узаруусунун жана шарттуу агуу чегине туура келген чыңалуудагы серпилгич салыштырмалуу деформациялардын суммасы катары аныкташат.

Кысылган арматура үчүн салыштырмалуу кыскаруу деформацияларынын маанилерин чоюлуудагыдай эле кылып кабыл алышат, айрым бир атайын белгиленген учурлардан сырткары, бирок, бетондун салыштырмалуу чектик кыскаруу деформацияларынан чоң эмес.

Арматуранын кысылуудагы жана чоюлуудагы серпилгичтүүлүк модулунун ченемдик маанилерин бирдей кылып, арматуранын тиешелүү түрлөрү жана классы үчүн аныкташат.

6.4.2 Арматуранын механикалык касиеттеринин жалпыланган мүнөздөмөсү катары бир жолу жүктөлгөн жүктөмдүн кыска мөөнөткө аракет этүүсүндөгү (стандарттык сыноолорго ылайык) арматуранын чыңалууларынын $\sigma_{s,n}$ жана деформацияларынын $\varepsilon_{s,n}$ ортосундагы байланышты аныктоочу абалынын (деформациялануусунун) ченемдик диаграммасын, аныкталган ченемдик маанилерине чейин жеткен, кабыл алуу зарыл.

Арматуранын чоюлуудагы жана кысылуудагы абалынын диаграммаларын бирдей кылып алышат, мурун тескери белгидеги серпилгич эмес деформациялар болгон арматуранын жумушу каралып жаткан учурлардан сырткары.

Арматуранын абалынын диаграммасынын мүнөзүн арматуранын түрүнө жараша аныкташат.

6.4.3 Арматуранын каршылык көрсөтүүлөрүнүн эсептик маанилерин R_s арматуранын каршылык көрсөтүүлөрүнүн ченемдик маанилерин арматура боюнча ишенимдүүлүк көмөк чоңдугуна бөлүү менен аныкташат.

Ишенимдүүлүк көмөк чоңдугунун маанилерин арматуранын классына жана каралып жаткан чектик абалдарга жараша, бирок төмөнкүлөрдөн кем эмес, кабыл алуу зарыл:

чектик абалдардын биринчи тайпасы боюнча эсептөөлөрдө – 1,1;

чектик абалдардын экинчи тайпасы боюнча эсептөөлөрдө – 1,0.

Арматуранын серпилгичтүүлүк модулунун эсептик маанилерин E_s алардын ченемдик маанилерине барабар кылып алышат.

Жүктөмдүн мүнөзүнүн, айлана чөйрөнүн, арматуранын чыңалуу абалынын, технологиялык факторлордун жана жумуштун башка шарттарынын таасирин, эсептөөлөрдө түздөн-түз чагылдырылбаган, арматуранын иштөө шарты көмөк

чоңдуктары γ_{si} аркылуу арматуранын эсептик бекемдик жана деформациялык мүнөздөмөлөрүндө эсепке алуу зарыл.

Баардык класстардагы туурасынан багытталган арматуралар үчүн каршылык көрсөтүүлөрдүн маанилерин R_{sw} 300 МПа чоң эмес кылып алуу керек.

6.4.4 Арматуранын абалынын эсептик диаграммаларын диаграммалардын параметрлеринин ченемдик маанилерин 6.4.3 п. көрсөтмөлөрү боюнча кабыл алынуучу алардын тиешелүү эсептик маанилерине алмаштыруу жолу менен аныктоо керек.

7 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөөгө талаптар

7.1 Жалпы жоболор

7.1.1 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөөлөрдү чектик абалдар усулу (МАСТ 27751) боюнча жүргүзүү зарыл. Аларга төмөнкүлөр кирет:

- чектик абалдардын биринчи тайпасы, конструкцияларды пайдаланууга толук жараксыз абалга алып келүүчү;
- чектик абалдардын экинчи тайпасы, конструкциялардын нормалдуу пайдаланылуусун кыйындатуучу же каралган кызмат өтө мөөнөтүнө салыштырмалуу имараттардын жана курулмалардын көпкө чыдамдуулугун азайтуучу.

Эсептөөлөр имараттардын жана курулмалардын конструкцияларынын аларга коюлуучу талаптарга ылайык бүткүл кызмат өтөө мөөнөтүнүн ичинде, ошондой эле жумуштарды жүргүзүү мезгилинде чектик абалдардын жаралуу кооптуулугунан ишенимдүүлүгүн камсыз кылуусу зарыл.

7.1.2 Чектик абалдардын биринчи тайпасы боюнча эсептөөлөр өздөрүнө төмөнкүлөрдү камтыйт:

- бекемдик боюнча эсептөөлөрдү;
- форманын туруктуулугу (жука дубалдуу конструкциялар үчүн) боюнча эсептөөлөрдү;
- абалдын туруктуулугу (аңтарылуу, жылмышуу, калкып чыгуу) боюнча эсептөөлөрдү.

Бетон жана темир-бетон конструкцияларын бекемдик боюнча эсептөөлөрдү ар кандай сырткы таасирлерден жаралган конструкциялардагы күчтөнүүлөр жана чыңалуулар, баштапкы чыңалуу абалын (алдын ала чыңалтуу, температуралык жана башка таасирлерден) эсепке алуу менен, конструкциялар тарабынан кабыл

алынуучу күчтөнүүлөрдүн жана ченемдерде аныкталган чыңалуулардын маанилеринен ашпай турган шарттарда жүргүзүү зарыл.

Бекемдик боюнча эсептөөлөрдө тиешелүү ченемдик документтер боюнча отко туруктуулукка жана отто сакталуучулукка эсептөөлөрдү жүргүзүү керек.

Конструкциянын формасынын туруктуулугу, ошондой эле абалынын туруктуулугу (конструкциянын жана жерпайдын бирге иштөөсүн, алардын деформациялуулук касиеттерин, жерпай менен жалгашуу орду боюнча жылышууга каршылык көрсөтүүсүн жана башка өзгөчөлүктөрдү эсепке алуу менен) боюнча эсептөөлөрдү конструкциялардын өзүнчө түрлөрүнө ченемдик документтердин көрсөтмөлөрүнө ылайык жүргүзүшөт.

Керек учурларда өтө чоң деформациялар, бириктирмелердеги жылышуулар жана башка кубулуштар менен байланышкан чектик абалдардын биринчи тайпасы боюнча эсептөөлөр жүргүзүлүшү керек болот.

7.1.3 Чектик абалдардын экинчи тайпасы боюнча эсептөөлөр өздөрүнө төмөнкүлөрдү камтыйт:

- жаракалардын жаралуусу боюнча эсептөөлөрдү;
- жаракалардын ачылуусу боюнча эсептөөлөрдү;
- деформациялар боюнча эсептөөлөрдү.

Жаракалардын жаралуусу боюнча бетон жана темир-бетон коснтрукцияларын эсептөөлөрдү ар кандай таасирлерден конструкциялардагы күчтөнүүлөр, чыңалуулар же деформациялар жаракалар пайда болгондо конструкциялар тарабынан кабыл алынуучу алардын чектик маанилеринен ашпай турган шарттарда жүргүзүшөт.

Жаракалардын ачылуусу боюнча темир-бетон конструкцияларын эсептөөнү ар кандай таасирлерден конструкциядагы жаракалардын ачылуу жазылыгы арматуранын коррозияга туруштук берүү өзгөчөлүгүн эске алуу менен конструкцияга, аны пайдалануу шарттарына, айлана чөйрөнүн таасирине жана материалдардын мүнөздөмөлөрүнө коюлуучу талаптарга жараша аныкталуучу чектик мүмкүн болгон маанилерден ашпоо шарттарынан улам жүргүзүшөт.

Деформациялар боюнча бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөөнү ар кандай таасирлерден конструкциялардын салаңдоолору, бурулуу бурчтары, которулуулары жана термелүү амплитудалары тиешелүү чектик мүмкүн болгон маанилерден ашпоо шарттарынан улам жүргүзүшөт.

Жаракалардын ачылуусуна жол берилбеген конструкциялар үчүн жаракалардын болбошу боюнча талаптардын камсыз кылынышы зарыл. Жаракалардын жаралышына жол бериле турган конструкциялар үчүн жаракаалардын жаралуусу боюнча эсептөөнү жаракалардын ачылуусу жана деформациялар боюнча эсептөөдө жаракаларды эсепке алуу муктаждыгын аныктоо үчүн жүргүзүшөт.

7.1.4 Көпкө чыдамдуулук боюнча бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөөнү (чектик абалдардын биринчи жана экинчи тайпалары боюнча эсептөөлөрдөн улам) айлана чөйрөнүн таасирин эсепке алуу менен конструкциялардын берилген параметрлеринде (өлчөмдөрү, арматуралардын саны ж.б.), бетондун (бекемдиги, суукка чыдамдуулугу, суу өткөрбөөчүлүгү, коррозияга туруктуулугу, температурага туруктуулугу ж.б.) жана арматуранын (бекемдиги, коррозияга туруктуулугу ж.б.) сапатынын көрсөткүчтөрүндө конструкциянын, имараттардын же курулмалардын оңдоолор аралык мезгилинин жана кызмат өтөөө мөөнөтүнүн узактыгы имараттардын жана курулмалардын таасын типтери үчүн аныкталгандан кем болбошу зарыл деген шарттардан улам жүргүзүшөт.

Мындан сырткары, керек учурларда жылуулук өткөрүмдүүлүгү, үн обочолонтуусу, биологиялык коргонуусу жана башка параметрлери боюнча эсептөөлөрдү жүргүзүшөт.

7.1.5 Чектик абалдардын биринчи жана экинчи тайпалары боюнча бетон жана темир-бетон конструкцияларын (узундуу, тегиздиктүү, көлөмдүү жана массивдүү) эсептөөнү физикалык түз сызыктуу эместигин (бетондун жана арматуранын серпилгич эмес деформацияларын), жаракалардын жаралуу ыктымалдуулугун жана керек учурларда – анизотропияны, бузулуулардын топтолуусун жана геоетриялык сызыктуу эместигин (конструкциялардагы күчтөнүүлөргө деформациялардын таасирин) эсепке алуу менен жүргүзүшөт.

Физикалык сызыктуу эместикти жана анизотропияны чыңалуу жана деформацияны (же күчтөнүүлөрдү жана которууларды) байланыштыруучу катышта, ошондой эле материалдын бекемдигинин жана жаракага туруктуулугунун шарттарында эсепке алышат.

Статикалык аныкталбас конструкцияларда элементте биринчи чектик абалдардын пайда болуусуна чейин бетон жана арматурада жаракалардын жаралуусунан, серпилгич эмес деформациялардын өөрчүүсүнөн улам тутумдун элементтериндеги күчтөнүүлөрдүн кайрадан бөлүштүрүлүүсүн эсепке алуу керек. Темир-бетондун серпилгич эмес касиеттерин эсепке алуучу эсептөө усулдары же темир-бетон элементтеринин серпилгич эмес иштөөсү тууралуу берилмелер жок болгон учурларда статикалык аныкталбас конструкциаларда, тутумдарда күчтөнүүлөрдү жана чыңалууларды темир-бетон элементтеринин серпилгич иштөөсүн божомолдоп аныктоого жол берилет. Бул учурда физикалык сызыктуу эместиктин таасирин сызыктуу эсептөөнүн жыйынтыктарына эксперименттик изилдөөлөрдүн берилмелеринин, сызыктуу эмес моделдөөнүн, окшош объекттерди эсептөөнүн жыйнтыктарынын негизинде түзөтүү киргизүү аркылуу эсепке алуу сунушталат.

7.1.6 Чектелген элементтер усулунун (ЧЭУ) (ЭЭМ программалык комплекстеринде колдонулуучу) негизинде конструкцияларды бекемдик, деформациялар, жаракалардын жаралышы жана ачылышы боюнча эсептөөлөрдө конструкцияны түзүүчү баардык чектелген элементтер үчүн бекемдик жана жаракага туруктуулук шарттары, ошондой эле конструкциянын өтө чоң которулууларынын жаралуу шарттары текшерилиши зарыл. Бекемдик боюнча чектик абалдарды баалоодо айрым бир чектелген элементтерди сынууга дуушар болду деп болжолдоого жол берилет, эгерде бул имараттардын же курулмалардын улам өөрчүүчү бузулууларына алып келбесе жана каралып жаткан жүктөмдүн аракети токтогондон кийин имараттардын же курулмалардын пайдалануучулук жарамдуулугу сакталса же калыбына келтирилсе.

Ар кандай бетон жана темир-бетон конструкцияларын дискреттик усулдар (анын ичинде ЧЭУ, ЭЭМдин программалык комплекстеринде колдонулуучу) менен эсептөөлөрдү конструкциялардын ар кандай чыңалуу абалдарында бетондун, темир-бетондун деформациялануу жана бекемдигинин жалпы моделдеринин негизинде аныкталуучу чектелген элементтердин ийкемсиздигинин тиешелүү матрицасын пайдалануу менен жүргүзүшөт. Ар кандай чыңалуу абалдары менен конструкциялардын деформациялануу жана талкалануу өзгөчөлүктөрүн физикалык катышта, салыштырмалуу деформациялардын жана чыңалуулардын байланышында эсепке алышат.

7.1.7 Бетон жана темир-бетон конструкцияларында чектик күчтөнүүлөрдү жана деформацияларды аныктоону каралып жаткан чектик абалда конструкциялардын жана материалдардын иштөөсүнүн реалдуу физикалык мүнөзүнө эң жакын жооп бере турган эсептик сөлөкөттөрдүн (моделдердин) негизинде жүргүзүү керек.

Чоң майышма деформацияларга дуушар боло турган темир бетон конструкцияларынын жүк көтөрүмдүүлүгүн (алсак, физикалык агуу чеги менен арматураларды колдонууда) чектик тең салмактуулук усулу менен аныктоого жол берилет.

7.1.8 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөөнү имараттардын жана курулмалардын функционалдык дайындалышына жооп бере турган жүктөмдөрдүн баардык түрлөрүнө, айлана чөйрөнүн таасирин (климатикалык таасирлердин жана суунун – суу менен курчалган конструкциялар үчүн), ошондой эле керек учурларда – өрттүн таасирин, технологиялык жана температуралык таасирлерди, химиялык агрессивдүү чөйрөнүн таасирлерин эске алуу менен жүргүзүү зарыл. Ошол эле учурда МАСТ 27751 ылайык ар кандай эсептик кырдаалдарды дагы караштыруу керек болот.

7.1.9 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөөнү ийилтүүчү моменттердин, узата багытталган күчтүн, туурасынан багытталган күчтүн жана

толгоочу моменттердин, ошондой эле жүктөмдүн жергиликтүү аракет этүүсүнө жүргүзүшөт.

7.1.10 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын эсептөөлөрдө бетон жана арматуранын ар кандай түрлөрүнүн касиеттеринин өзгөчөлүктөрүн, жүктөмдүн жана айлана чөйрөнүн таасирин, арматуралоо ыкмаларын, арматуранын жана бетондун бирге иштөөсүн (арматуранын бетон менен илинишүүсүнүн болуусунда жана жоктугунда), имараттардын жана курулмалардын темир-бетон элементтеринин конструктивдик типтерин даярдоо технологияларын эсепке алуу зарыл.

7.1.11 Алдын ала чыңалган конструкцияларды эсептөөлөрдү арматурадагы жана бетондогу баштапкы (алдын ала) чыңалууларды, деформацияларды, алдын ала чыңалуунун жоготууларын жана алдын ала чыңалуунун бетонго өткөрүлүп берилишинин өзгөчөлүктөрүн эсепке алуу менен жүргүзүшөт.

7.1.12 Курама-чулу жана болот-бетон конструкцияларын эсептөөлөрдү курама темир-бетон же болоттон жүк көтөрүүчү элементтердин чулу бетонду куюуда анын бекемдик алышына жана курама темир-бетон же болоттон жүк көтөрүүчү элементтер менен бирге иштөөсүн камсыз кылууга чейин жүктөмдүн аракетинен алынган баштапкы чыңалууларын жана деформацияларын эсепке алуу менен жүргүзүшөт. Курама-чулу жана болот-бетон конструкцияларын эсептөөлөрдө курама темир-бетон жана болоттон жүк көтөрүүчү элементтердин чулу бетон менен сүрүлүү күчтөрүнүн, материалдардын тийишкен жерлеринин илинишүүсүнүн эсебинен же кепилдик (шпонка) бирикмелерди, арматуранын чыкма учтарын жана атайын анкердик түзмөктөрдү жасоо жолу менен жалгашуусунун ортосундагы жиктеринин бекемдиги камсыз болууга тийиш.

Чулу конструкцияларда конструкциянын бекемдиги бетондоонун жумушчу жиктерин эсепке алуу менен камсыз болуусу зарыл.

7.1.13 Курама конструкциялардын элементтерин көтөрүүдө, ташууда жана монтаждоодо пайда болуучу күчтөнүүлөрдүн таасирине эсептөөдө элементтин өздүк салмагынан жүктөмдү эсептөөгө мындай динамикалуулук көмөк чоңдуктарынын маанисинде киргизүү керек: 1,6 – ташууда; 1,4-көтөрүүдө жана монтаждоодо. Бул учурда элементтин өздүк салмагынан жүктөмгө ашыкча жүктөө көмөк чоңдугу киргизилбейт. Жогоруда көрсөтүлгөн динамикалуулук көмөк чоңдуктары үчүн төмөнкү маанилерди кабыл алууга жол берилет, эгерде ал конструкцияларды колдонуу тажрыйбасы менен тастыкталса, бирок 1,25 тен төмөн болбоого тийиш. Сандык маанилер техникалык тапшырмага ылайык өзгөртүлүшү мүмкүн.

Курама конструкцияларды эсептөөдө болоттон калтырма тетиктерди, арматуранын чыкма учтарын бириктирүү жана бетондоп чулулоо жолу менен

ишке ашырылуучу курама элементтердин түйүндүк жана улама жалгашууларынын бекемдиги камсыз кылынууга тийиш.

7.1.14 Дисперстик-арматураланган конструкцияларды (фибрбетондук, армцементтик) эсептөөнү дисперстик-арматураланган бетондун, дисперстик арматуранын мүнөздөмөлөрүн жана дисперстик-арматураланган конструкциялардын иштөөсүнүн өзгөчөлүктөрүн эсепке алуу менен жүргүзүшөт.

7.1.15 Эки өз ара перпендикуляр багытта күчтүк таасирлерге дуушар болгон жалпак жана мейкиндиктүү конструкцияларды эсептөөдө элементтин каптал жактары боюнча аракет этүүчү күчтөнүүлөрү менен корнструкциядан өзүнчө бөлүп алынган жалпак же мейкиндиктүү мүнөздүү кичинекей элементерди карашат. Жаракалар болгондо бул күчтөнүүлөрдү жаракалардын жайгашуусун, арматуранын ийкемсиздигин (октук жана тангециалдык), бетондун ийкемсиздигин (жаракалар ортосундагы жана жаракалардагы) жана башка өзгөчөлүктөрдү эсепке алуу менен аныкташат. Жаракалар жок болгондо бул күчтөнүүлөрдү туюк нерсе үчүн аныкталгандай эле аныкташат.

Жаракалар болгондо күчтөнүүлөрдү темир-бетон элементи серпилгич иштейт деген божомолдо аныктоого жол берилет.

Элементтерди эсептөөнү жалпак чыңалуу шарттарында жаракалардагы арматуранын иштөөсүн жана бетондун жаракалар ортосундагы иштөөсүн эсепке алучу эсептик моделдердин негизинде, элементке аракет этүүчү күчтөнүүлөрдүн багытына карата бурч менен жайгашкан эң коопту кесилиштер боюнча жүргүзүшөт.

Жалпак жана мейкиндиктүү конструкцияларды эсептөөнү бүтүндөй конструкция үчүн чектик тең салмактуулук усулунун негизинде, анын ичинде талкалануу моментине деформацияланган абалын эсепке алуу менен, ошондой эле жөнөкөйлөтүлгөн эсептик моделдерди колдонуу менен, жүргүзүүгө жол берилет.

7.1.16 Үч өз ара перпендикуляр багытта күчтүк таасирлерге дуушар кылынуучу массивдүү конструкцияларды эсептөөлөрдө элементтин капталдары боюнча аракет этүүчү күчтөнүүлөрү менен конструкциядан бөлүнүп алынган кичинекей көлөмдүү мүнөздүү элементтерди карашат. Бул учурда күчтөнүүлөрдү жалпак элементтер үчүн (7.1.15 п) кабыл алынган окшош жоромолдордун негизинде аныкташат.

Элементтерди эсептөөнү көлөмдүү чыңалуу шарттарында бетон жана арматуранын иштөөсүн эсепке алуучу эсептик моделдердин негизинде элементке аракет эткен күчтөнүүлөрдүн багытына карата бурч менен жайгашкан эң коопту кесилиштер боюнча жүргүзүшөт.

7.1.17 Татаал конфигурациядагы конструкциялар (мисалга, мейкиндиктүү) үчүн жүк көтөрүмдүүлүгүн, жаракага туруктуулугун жана деформациялуулугун

баалоонун эсептик усулдарынан сырткары физикалык моделдерди сыноонун жыйнтыктары дагы пайдаланылышы ыктымал.

7.2 Бетон жана темир-бетон элементтерин бекемдик боюнча эсептөө

7.2.1 Бетон жана темир-бетон элементтерин бекемдикке эсептөөлөрдү төмөнкүлөрдө жүргүзүшөт:

- сызыктуу эмес деформациялык моделдер боюнча нормалдык кесилиштер (ийилтүүчү моменттер жана узатасынан багытталган күчтөр аракет эткенде) боюнча, ал эми конфигурациясы боюнча жөнөкөй элементтер үчүн – чектик күчтөнүүлөр боюнча;
- жантык кесилиштер боюнча (туурасынан аракет эткен күчтөрдө), мейкиндиктүү кесилиштер боюнча (толгоочу моменттер аракет эткенде), жүктөмдүн жергиликтүү аракет этүүсүндө (жергиликтүү кысуу, сындыруу) – чектик күчтөнүүлөр боюнча.

Кыска темир-бетон элементтерин (кыска корогойлорду жана башка элементтерди) бекемдикке эсептөөнү каркастык-өзөктүк моделдин негизинде жүргүзүшөт.

Эсептөө ыкмасы Е, Ж, И тиркемелеринде берилген.

7.2.2 Бетон жана темир-бетон элементтерин бекемдикке чектик күчтөнүүлөр боюнча эсептөөнү сырткы күчтөрдөн жана таасирлерден жаралган каралып жаткан кесилиштеги күчтөнүү F ошол эле кесилиштеги элементтин кабыл ала турган чектик күчтөнүүсүнөн F_{ult} ашпоого тийиш деген шарттан улам жүргүзүшөт.

$$F \leq F_{ult}. \quad (7.1)$$

Бетон элементтерин бекемдик боюнча эсептөө

7.2.3 Бетон элементтерин алардын иштөө шарттарынан жана аларга коюлуучу талаптардан улам чоюлган чөлкөмдүн бетонунун каршылык көрсөтүүсүн эсепке албай (7.2.4) же эсепке алуу менен (7.2.5) чектик күчтөнүүлөр боюнча нормалдык кесилиштерде эсептөө зарыл.

7.2.4 Чоюлган чөлкөмдүн бетонунун каршылык көрсөтүүсүн эсепке албастан жүргүзүлгөн эсептөөлөр кесилиштин оордук борборунан эң кысылган булага чейинки аралыктын 0,9 ашпаган узатасынан багытталган күчтүн эксцентриситетинин маанилеринде борбордон чет кысылган элементтер үчүн жүргүзүлөт. Бул учурда элемент тарабынан кабыл алынуучу чектик күчтөнүүнү узатасынан багытталган күчтүн аракет этүү чекити менен дал келген оордук борбору менен шарттуу кысылган чөлкөмдүн кесилиши боюнча бир калыпта

тегиз бөлүштүрүлгөн бетондун кысылууга болгон эсептик каршылык көрсөтүүсү R_b боюнча аныкташат.

Гидротехникалык курулмалардын массивдүү бетон конструкциялары үчүн бетондун кысылууга каршылык көрсөтүүсүнүн эсептик маанисинен ашпаган кысылган чөлкөмдөгү чыңалуулардын үч бурчтуу эпюрасын кабыл алуу зарыл. Бул учурда узатасынан багытталган күчтүн кесилиштин оордук борборуна карата эксцентриситети оордук борбордон бетондун эң кысылган буласына чейинки аралыктын 0,65 ашпоого тийиш.

7.2.5 Бетондун чоюлган чөлкөмүнүн каршылык көрсөтүүсүн эсепке алуу менен эсептөөлөрдү 7.2.4 п. көрсөтүлгөндөн чоң узатасынан багытталган күчтүн эксцентриситети менен борбордон чет кысылган бетон элементтерге, ийилүүгө дуушар болгон элементтерге, ошондой эле 7.2.4 п. келтирилген узатасынан багытталган күчтүн эксцентриситети менен кысылган элементтерге, бирок, пайдалануу шарттары боюнча аларда жаракалардын жаралуусуна жол берилбесе, жүргүзүшөт. Ошол эле учурда, элементтин кесилиши тарабынан кабыл алынуучу чектик күчтөнүүнү бетондун чоюлууга каршылык көрсөтүүсүнүн эсептик маанисине R_{bt} барабар болгон максималдуу чоюлуу чыңалууларында серпилгич нерседегидей кылып аныкташат.

7.2.6 Борбордон чет кысылган бетон элементтерин эсептөөдө узатасынан ийилүүнүн таасирин жана кокустук эксцентриситеттерди эсепке алуу зарыл.

Темир-бетон элементтердин нормалдык кесилиштерин бекемдик боюнча эсептөө

7.2.7 Темир бетон элементтерин нормалдык кесилиште бетон жана арматура тарабынан кабыл алынуучу чектик күчтөнүүлөр боюнча эсептөөлөр төмөнкү жоболордун негизинде жүргүзүлөт:

- бетондун чоюлууга болгон каршылык көрсөтүүсү нөлгө барабар деп кабыл алынат;
- бетондун кысууга болгон каршылык көрсөтүүсү анын кысылууга эсептик каршылык көрсөтүүсүнө барабар жана бетондун шарттуу кысылуу чөлкөмү боюнча бир калыпта тегиз бөлүштүрүлгөн деп кабыл алынат;
- арматурадагы чоюучу жана кысуучу чыңалуулар тиешелүү түрдө чоюлууга жана кысылууга эсептик каршылык көрсөтүүлөрдөн чоң эмес кылып кабыл алынат.

7.2.8 Темир-бетон элементтерин бетон жана арматуранын абалынын диаграммасынын сызыктуу эмес деформацияланган модели боюнча эсептөө жалпак кесилиштер гипотезасынан улам жүргүзүлөт. Нормалдык кесилиштердин

бекемдигинин критерий катары бетондо же арматурада чектик салыштырмалуу деформацияларга жетүү эсептелет.

7.2.9 Борбордон чет кысылган элементтерди эсептөөдө кокустук эксцентриситеттерди жана узатасынан ийилүүнүн таасирин эсепке алуу зарыл.

Темир-бетон элементтерин жантык кесилиштердин бекемдиги боюнча эсептөө

7.2.10 Темир-бетон элементтерин жантык кесилиштердин бекемдиги боюнча эсептөөнү төмөнкүлөргө жүргүзүшөт:

- туурасынан багытталган күчтүн аракетине;
- ийилтүүчү моменттин аракетине;
- жантык кесилиштердин ортосундагы тилке боюнча туурасынан багытталган күчтүн таасирине.

7.2.11 Темир-бетон элементин туурасынын аракет эткен күчтүн аракетине жантык кесилиштин бекемдиги боюнча эсептөөдө чектик туурасынан аракет эткен күч жантык кесилиштеги бетон жана аны кесип өткөн туурасынан багытталган арматура тарабынан кабыл алынуучу туурасынан багытталган күчтөрдүн суммасы катары аныкталат.

7.2.12 Темир-бетон элементин ийилтүүчү моменттин аракетине жантык кесилиштин бекемдиги боюнча эсептөөдө чектик момент кысылган чөлкөмдөгү тең аракет этүүчү күчтөнүүлөрдүн аракет этүү чекити аркылуу өткөн окко карата жантык кесилишти кесип өтүүчү узатасынан жана туурасынан багытталган арматуралар тарабынан кабыл алынуучу моменттердин суммасы катары аныкталат.

7.2.13 Темир-бетон элементин жантык кесилиштердин оросундагы тилке боюнча туурасынан багытталган күчтүн аракетине бекемдикке эсептөөдө чектик туурасынан багытталган күч тилкени бойлото кысуу күчтөнүүлөрүнүн таасири алдында турган жантык бетон тилкесинини бекемдигинен жана жантык тилкени кесип өткөн туурасынан багытталган арматуралардагы чоюу күчтөнүүлөрүнөн аныкталат.

Темир-бетон элементтерин мейкиндиктүү кесилиштер боюнча бекемдикке эсептөө

7.2.14 Темир-бетон элементтерин мейкиндиктүү кесилиштер боюнча бекемдикке эсептөөдө элемент тарабынан кабыл алынуучу чектик толгоочу момент элементтин ар бир капталында жайгашкан жана мейкиндиктүү кесилишти кесип өткөн узатасынан жана туурасынан багытталган арматуралар кабыл алуучу

чектик толгоочу моменттердин суммасы катары аныкталат. Мындан сырткары, темир-бетон элементин бекемдикке эсептөөнү мейкиндиктүү кесилиштердин ортосунда жайгашкан жана тилкени бойлото кысуу күчтөнүүлөрүнүн жана тилкени кесип өтүүчү туурасынан багытталган арматурадан чоюучу күчтөнүүүлөрүнүн таасири алдында турган бетон тилкеси боюнча жүргүзүү зарыл.

Темир-бетон элементтерин жүктөмдүн жергиликтүү аракетине эсептөө

7.2.15 Темир-бетон элементтерин жергиликтүү кысууга эсептөөдө элемент тарабынан кабыл алынуучу чектик кысуу күчүн курчап турган бетон жана кыйыр арматура, эгерде ал коюлган болсо, түзүүчү көлөмдүү чыңалуу абалындагы бетондун каршылык көрсөтүүсүнөн аныктоо зарыл.

7.2.16 Теше сындырууга эсептөөнү теше сындыруу чөлкөмүндөгү топтолгон күчтүн жана моменттин аракетинде жалпак темир-бетон такталары үчүн жүргүзүшөт. Теше сындырууда темир-бетон элементи тарабынан кабыл алынуучу чектик күчтөнүүнү теше сындыруу чөлкөмүндө жайгашкан бетон жана туурасынан багытталган арматура кабыл алуучу чектик күчтөнүүлөрдүн суммасы катары аныктоо керек.

7.3 Темир-бетон элементтерди жаракалардын жаралуусу боюнча эсептөө

7.3.1 Темир-бетон элементтерин нормалдык жаракалардын жаралуусу боюнча эсептөөнү чектик күчтөнүүлөр же сызыктуу эмес деформациялык модель боюнча жүргүзүшөт. Жантык жаракалардын жаралуусу боюнча эсептөөнү чектик күчтөнүүлөр боюнча жүргүзүшөт.

7.3.2 Темир-бетон элементтерин жаракалардын жаралуусуна чектик күчтөнүүлөр боюнча эсептөөнү каралып жаткан кесилиштеги сырткы жүктөмдөрдөн жана таасирлерден пайда болгон күчтөнүү F жаракалардын жаралуусунда темир-бетон элементи тарабынан кабыл алынуучу чектик күчтөнүүдөн F_{crc} ашпоого тийиш деген шарттан улам жүргүзүшөт.

$$F \leq F_{crc,ult}. \qquad (7.2)$$

7.3.3 Нормалдык жаракалардын жаралуусунда темир-бетон элементи кабыл алуучу чектик күчтөнүүнү арматурадагы серпилгич деформацияларды жана бетондун чоюлууга каршылык көрсөтүүсүнүн R_{bt} эсептик маанилерине барабар

бетондогу максималдуу нормалдык чоюлуу чыңалууларында чоюлган жана кысылган бетондогу серпилгич эмес деформацияларды эсепке алуу менен туюк нерсе катары темир бетон элементин эсептөөдөн аныкташат.

7.3.4 Нормалдык жаракалардын жаралышында темир-бетон элементтерин сызыктуу эмес деформациялык модель боюнча эсептөөнү арматуранын абалынын, чоюлган жана кысылган бетондун диаграммаларынын жана жалпак кесилиштер гипотезасынын негизинде жүргүзүшөт. Жаракалардын жаралуу критерийи катары чоюлган бетондогу салыштырмалуу деформациялардын чектик маанисне жетиши саналат.

7.3.5 Жантык жаракалардын жаралышында темир-бетон элементи кабыл алуучу чектик күчтөнүүнү туюк серпилгич нерсе катары жана “кысуу-чоюу” жалпак чыңалуу абалындагы бетондун бекемдик критерийинен улам темир-бетон элементин эсептөөдөн аныктоо зарыл.

7.4 Темир-бетон элементтерин жаракалардын ачылуусу боюнча эсептөө

7.4.1 Темир-бетон элементтерин нормалдык жана жантык жаракалардын ачылуусуна эсептөөлөрдү эгерде элементтерде жаракалардын жаралуусуна эсептөөлөрдө жаракалардын жаралуусу аныкталган учурларда жүргүзүшөт.

7.4.2 Жаракалардын ачылуусу боюнча эсептөөлөрдү сырткы жүктөмдөн жаракалардын ачылуусу α_{crc} жаракалардын ачылуу жазылыгынын чектик мүмкүн болгон маанисинен $a_{crc,ult}$ ашпоо шартынан жүргүзүшөт

$$a_{crc} \leq a_{crc,ult}. \tag{7.3}$$

7.4.3 Темир-бетон элементтерин эсептөөлөрдү нормалдык жана жантык жаракалардын узак мөөнөткө жана кыска мөөнөткө ачылуусуна жүргүзүү зарыл.

Жаракалардын узак мөөнөткө ачылуу жазылыгын төмөнкү формула боюнча аныкашат

$$a_{crc} = a_{crc1}, \tag{7.4}$$

ал эми кыска мөөнөткө ачылуу жазылыгын – төмөнкү формула боюнча

$$a_{crc} = a_{crc1} + a_{crc2} - a_{crc3}, \tag{7.5}$$

мында: a_{crc1} – туруктуу жана узак мөөнөткө аракет эткен убактылуу жүктөмдөрдүн узак мөөнөткө аракет этүүсүнөн жаракалардын ачылуу жазылыгы;

a_{crc2} – туруктуу жана убактылуу (узак жана кыска мөөнөткө аракет эткен) жүктөмдөрдүн кыска мөөнөткө аракет этүүсүнөн жаракаларлын ачылуу жазылыгы;

a_{crc3} – туруктуу жана узак мөөнөткө аракет эткен убактылуу жүктөмдөрдүн кыска мөөнөткө аракет этүүсүнөн жаракалардын ачылуу жазылыгы.

7.4.4 Нормалдык жаракалардын ачылуу жазылыгын жаракалардын ортосундагы участкадагы жана ошол участканын узундугундагы арматуранын

орточо салыштырмалуу деформацияларынын көбөйтүндүсү катары эсептеп чыгарышат. Арматуранын жаракалардын ортосундагы орточо салыштырмалуу деформацияларын жаракалардын ортосундагы чоюлган бетондун иштөөсүн эсепке алуу менен аныкташат. Арматуранын жаракадагы салыштырмалуу деформацияларын кысылган чөлкөмдүн бетонунун серпилгич эмес деформацияларынын таасирин эсепке алуу менен аныкталган кысылган бетондун деформацияларынын келтирилген модулун пайдаланып, жаракалары менен темир-бетон элементин шарттуу серпилгич эсептөөдөн улам же сызыктуу эмес деформациялык модель боюнча эсептешет. Жаракалардын ортосундагы аралыкты жаракасы менен жана жаракалар ортосундагы кесилиштердеги узатасынан багытталган арматурадагы күчтөнүүлөрдүн айырмасы ошол участканын узундугунда арматуранын бетон менен илинишүү күчтөнүүлөрү тарабынан кабыл алынуу шартынан улам аныкташат.

Нормалдык жаракалардын ачылуу жазылыгын жүктөмдүн аракет этүү мүнөзүн (кайталануучулугун, узак мөөнөттүүлүгүн д.у.с.) жана арматуранын профилинин түрүн эсепке алуу менен аныктоо зарыл.

7.4.5 Жаракалардын мүмкүн болгон чектик ачылуу жазылыгын эстетикалык көз караштан, конструкциялардын өткөрүмдүүлүгүнө талаптардын коюлуусунан же жоктугунан, ошондой эле жүктөмдүн аракет этүү узактыгына, арматура болотунун түрүнө жана анын жаракада коррозияны өөрчүтүүү ыктымалдыгына жараша аныктоо керек болот.

Бул учурда жаракалардын мүмкүн болгон чектик ачылуу жазылыгын $a_{\mathrm{crc,ult}}$ төмөнкүлөрдөн чоң эмес кылып алуу зарыл:

а) арматураны сактоо шартынан:

0,3 мм – жаракалардын узак мөөнөткө ачылуусунда;

0,4 мм – жаракалардын кыска мөөнөткө ачылуусунда;

б) конструкциялардын өткөрүмдүүлүгүн чектөө шартынан:

0,2 мм – жаракалардын узак мөөнөткө ачылуусунда;

0,3 мм – жаракалардын кыска мөөнөткө ачылуусунда.

Массивдүү гидротехникалык курулмалар үчүн жаракалардын мүмкүн болгон чектик ачылуу жазылыгын тиешелүү ченемдик документтер боюнча конструкциялардын иштөө шарттарына жана башка факторлорго жараша, бирок, 0,5 мм чоң эмес кылып аныкташат.

7.5 Темир-бетон элементтерин деформациялар боюнча эсептөө

7.5.1 Темир-бетон элементтерин деформациялар боюнча эсептөөнү конструкциялардын сырткы жүктөмдөн салаңдоолору жана которулуулары f

салаңдоолордун жана которулуулардын мүмкүн болгон чектик маанилеринен f_{ult} ашпоосу зарыл деген шарттан улам жүргүзүшөт

$$f \leq f_{ult}. \quad (7.6)$$

7.5.2 Темир-бетон конструкцияларынын салаңдоолорун жана которулууларын темир-бетон элементтеринин ийилүүгө, жылышууга жана октук деформациялык (ийкемсиздик) мүнөздөмөлөрүнө (ийрейүүчүлүгү, жылышуу бурчтары д.у.с.) жараша анын узундугу боюнча кесилиштеринде курулуш механикасынын жалпы эрежелерине ылайык аныкташат.

7.5.3 Эгерде темир-бетон элементтеринин салаңдоолору негизинен ийилтүүчү моменттерден көз каранды болсо, анда салаңдоолордун маанилерин келтирилген ийкемсиздиктер же жаракалардын таасирин эсепке алуу менен кесилиштердин ийрейүүчүлүктөрү боюнча аныкташат.

Темир-бетон элементинин каралып жаткан кесилиштеги ийкемсиздигин материалдардын каршылык көрсөтүүсүнүн жалпы эрежелери боюнча аныкташат: жаракалары жок кесилиштер үчүн – шарттуу серпилгич туюк элементтер үчүндөгүдөй, ал эми жаракалары менен кесилиштер үчүн - жаракалары менен шарттуу серпилгич элементтер үчүндөгүдөй (чыңалуулар жана деформациялар ортосундагы сызыктуу көз карандылыкты кабыл алуу менен). Бетондун серпилгич эмес деформацияларынын таасирин бетондун деформацияларын келтирилген модулунун, ал эми жаракалар ортосундагы чоюлган бетондун иштөөсүнүн таасирин – арматуранын деформацияларынын келтирилген модулунун жардамы аркылуу эсепке алышат.

Темир-бетон элементинин ийрейүүчүлүгүн ийилтүүчү моменттин темир-бетон кесилишинин ийилүүдөгү ийкемсиздигине бөлүүдөн алынган тийинди катары аныкташат.

Жаракаларды эсепке алуу менен темир бетон конструкцияларынын деформацияларын эсептөөнү жаракалардын жаралуусуна эсептик текшерүү жаракалар жаралаарын көрсөткөндө жүргүзүшөт. Башка учурда деформацияларды эсептөөнү жаракасы жок темир-бетон элементи үчүн аткарышат.

Темир бетон элементинин ийрейүүчүлүгүн жана узата багытталган деформацияларын элементтин нормалдык кесилишинде аракет эткен сырткы жана ички күчтөнүүлөрүнүн тең салмактуулук теңдемелеринен, жалпак кесилиштер гипотезасынан, бетон жана арматуранын абалдарынын диаграммаларынан, ошондой эле жаракалар ортосундагы арматуранын орточо деформацияларынан улам сызыктуу эмес деформациялык модель боюнча дагы аныкташат.

7.5.4 Темир-бетон элементтеринин деформацияларын эсептөөнү тиешелүү ченемдик документтерде аныкталуучу узак мөөнөткө аракет этүүчү жүктөмдөрдү эсепке алуу менен жүргүзүү зарыл.

Туруктуу жана узак мөөнөткө аракет эткен жүктөмдөрдө элементтердин ийрейүчүлүгүн төмөнкү формула боюнча аныктоо керек

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} \qquad (7.7)$$

ал эми туруктуу, узак мөөнөткө жана кыска мөөнөткө аракет эткен жүктөмдөрдө – төмөнкү формула боюнча

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} \qquad (7.8)$$

Мында: $\frac{1}{r_1}$ – туруктуу жана узак мөөнөткө аракет эткен убактылуу жүктөмдөрдүн узак мөөнөткө аракет этүүсүнөн элементтин ийрейүүчүлүгү;

$\frac{1}{r_2}$ – туруктуу жана убактылуу (узак мөөнөткө жана кыска мөөнөткө аракет эткен) жүктөмдөрдүн кыска мөөнөткө аракет этүсүнөн элементтин ийрейүүчүлүгү;

$\frac{1}{r_3}$ – туруктуу жана узак мөөнөткө аракет эткен убактылуу жүктөмдөрдүн кыска мөөнөткө аракет этүүсүнөн элементтин ийрейүүчүлүгү.

7.5.5 Мүмкүн болгон чектик салаңдоолорду f_{ult} КЧжЭ 2.01.07 боюнча аныкташат. Туруктуу, узак мөөнөткө жана кыска мөөнөткө аракет эткен убактылуу жүктөмдөр аракет эткенде темир-бетон элементтеринин салаңдоолору баардык учурларда арыштын 1/150 жана корогойдун чыкмасынын 1/75 ашпоосу шарт.

8 Конструктивдик талаптар

8.1 Жалпы жоболор

8.1.1 Бетон, темир-бетон конструкцияларынын коопсуздугун жана пайдаланууга жарамдуулугун камсыз кылуу үчүн эсептөөлөргө коюлуучу талаптардан сырткары алардын геометриялык өлчөмдөрүнө жана арматуралануусуна конструктивдик талаптарды дагы аткаруу зарыл.

Конструктивдик талаптарды төмөнкү учурлар үчүн аныкташат, качан:

- эсептөөлөр менен конструкциянын сырткы жүктөмдөргө жана таасирлерге каршылык көрсөтүүсүн жетиштүү түрдө так жана толук кепилдөө мүмкүн болбогон учурларда;

- конструктивдик талаптар кабыл алынган эсептик жоболордо колдонулушу мүмкүн болгон чектик шарттарды аныктаган учурларда;

- конструктивдик талаптар бетон жана темир-бетон конструкцияларын даярдоо технологияларынын аткарылышын камсыздаган учурларда.

8.2 Геометриялык өлчөмдөргө талаптар

Бетон жана темир-бетон конструкцияларынын геометриялык өлчөмдөрү төмөнкүлөрдү камсыз кылуучу чоңдуктардан кем болбоого тийиш:

- 8.3.3 - 8.3.11 талаптарды эске алуу менен арматураны жайгаштыруу, аны анкерлөө жана бетон менен бирге иштөө мүмкүнчүлүгүн;
- кысылган элементтердин ийкемдүүлүгүн чектөөнү;
- конструкциядагы бетондун сапатынын талап кылынган көрсөткүчтөрүн.

8.3 Арматуралоого талаптар

Бетондун коргоочу катмары

8.3.1 Бетондун коргоочу катмары төмөнкүлөрдү камсыз кылуусу шарт:

- арматура менен бетондун бирге иштөөсүн;
- арматуранын бетондо анкерленүүсүн жана арматура элементтерин улаштыруу мүмкүнчүлүгүн;
- арматуранын айлана чөйрөнүн таасиринен (анын ичинде агрессивдүү таасирлер болгондо) корголуусун;
- конструкциялардын отко туруктулугун.

8.3.2 Бетондун коргоочу катмарынын калыңдыгын 8.3.1 талаптарына ылайык конструкциялардагы арматуранын ролун (жумушчу же конструктивдик), конструкциялардын тибин (түркүктөр, тakталар, устундар, пайдубалдын элементтери, дубалдар д.у.с.), арматуранын диаметрин жана түрүн эсепке алуу менен кабыл алуу зарыл.

Арматура үчүн бетондун коргоочу катмарынын калыңдыгын арматуранын диаметринен кем эмес жана 10 мм кичине эмес кылып кабыл алышат.

Арматура өзөктөрүнүн ортосундагы минималдык аралыктар

8.3.3 Арматура өзөктөрүнүн ортосундагы аралыкты төмөнкүлөрдү камсыз кылуучу чоңдуктардан кем эмес кылып кабыл алуу зарыл:

- арматура менен бетондун бирге иштөөсүн;
- арматураны анкерлөө жана улоо мүмкүнчүлүгүн;

- конструкцияны сапаттуу бетондоо мүмкүнчүлүгүн.

8.3.4 Арматуранын өзөктөрүнүн ортосундагы минималдуу нак аралыкты арматуранын диаметрине, бетондун ири толуктагычынын данынын өлчөмүнө, арматуранын элементте бетондоо багытына карата жайгашуусуна, бетон аралашмасын жайгаштыруу жана тыгыздоо ыкмасына жараша кабыл алуу керек.

Арматуранын өзөктөрүнүн ортосундагы аралыкты арматуранын диаметринен жана 25 мм кем эмес кылып алуу зарыл.

Тар шарттарда арматуранын өзөктөрүн топ-тутамдар (өзөктөрдүн ортосунда жылчыгы жок) түрүндө жайгаштырууга жол берилет. Бул учурда тутамдардын ортосундагы нак аралыкты кесилиш аянты арматура тутамынын аянтына барабар болгон шарттуу өзөктүн келтирилген диаметринен кем эмес кылып алуу керек.

Узатасынан багытталган арматура

8.3.5 Темир-бетон элементинде эсептик узатасынан багытталган арматуранын салыштырмалуу камтылышын (арматуранын кесилиш аянтынын элементтин туура кесилиш аянтына болгон катышы) элементти темир-бетон катары карoo жана эсептөө боло турган чоңдуктан кем эмес кылып кабыл алуу зарыл.

Темир-бетон элементиндеги узатасынын багытталган жумушчу арматуранын минималдуу салыштырмалуу камтылышын арматуранын иштөө мүнөзүнө (кысылган, чоюлган), элементтин иштөө мүнөзүнө (ийилүүчү, борбордон чет кысылган, борбордон чет чоюлган) жана борбордон чет кысылган элементтин ийкемдүүлүгүнө жараша, бирок 0,1% кем эмес кылып, аныкташат. Массивдүү гидротехникалык курулмалар үчүн арматуранын салыштырмалуу камтылышынын мааниси атайын ченемдик документтер боюнча аныкталат.

8.3.6 Узатасынан багытталган жумушчу арматуранын өзөктөрүнүн ортосундагы аралыкты темир-бетон элементинин тибин (түркүктөр, устундар, такталар, дубалдар), элементтин жазылыгын жана бийиктигин (бетондун натыйжалуу иштөөсүн камсыз кылуучу чоңдуктан көп эмес кылып), элементтин жазылыгы боюнча чыңалуулардын жана деформациялардын бир калыпта тегиз бөлүштүрүлүшүн, ошондой эле арматуранын өзөктөрүнүн ортосундагы жаракалардын ачылуу жазылыктарын чектөөнү эсепке алуу менен кабыл алуу зарыл. Ошол эле учурда, узатасынан багытталган жумушчу арматуранын өзөктөрүнүн ортосундагы аралыкты элементтин кесилишинин эки эселенген бийиктигинен ашык эмес жана 400 мм чоң эмес, ал эми сызыктуу борбордон чет кысылган элементтерде ийилүү тегиздигинин багытында – 500 мм чоң эмес кылып кабыл алуу керек. Массивдүү гидротехникалык курулмалар үчүн

өзөктөрдүн ортосундагы аралыктын чоң мааниси атайын ченемдик документтер боюнча аныкталат.

Туурасынан арматуралоо

8.3.7 Туурасынан багытталган күч эсептөлөр боюнча бетон тарабынан гана кабыл алынбай турган темир-бетон элементтеринде кадамы жантык жаракалардын жаралышы жана өөрчүшүндө туурасынан жайгашкан арматуралардын ишке киришүүсүн камсыз кыла тургандай чоңдуктан чоң эмес туурасынан жайгашкан арматураларды орнотуу зарыл. Ошол эле учурда туурасынан багытталган арматуралардын кадамын элементтин кесилишинин жумушчу бийиктигинин жарымынанг чоң эмес жана 300 мм ашык эмес кылып кабыл алуу керек.

8.3.8 Узатасынан багытталган кысылган эсептик арматураларды камтыган темир-бетон элементтеринде кадамы кысылган узата багытталган арматуранын капталга тээп кетүүсүн жокко чыгаруучу бекитүүлөрдү камсыз кыла турган чоңдуктан ашпай тургандай кылып туурасынан багытталган арматураларды орнотуу талап кылынат. Ошол эле учурда туурасынан багытталган арматуралардын кадамын узата багытталган арматуранын он беш диаметринен чоң эмес жана 500 мм ашык эмес кылып кабыл алуу зарыл, ал эми туурасынан багытталган арматуранын конструкциясы узата багытталган арматуранын баардык багыттарда тээп кетүүсүн жокко чыгаруусун камсыз кылуусу шарт.

Арматураны анкерлөө жана бириктирүү

8.3.9 Темир-бетон конструкцияларында каралып жаткан кесилиште арматурадагы эсептик күчтөнүүлөрдү кабыл алууну камсыз кыла турган арматуранын анкерленүүсү каралышы шарт. Анкерлөөнүн узундугун арматурада аракет эткен күчтөнүү анкерлөөнүн узундугу боюнча аракет эткен арматура менен бетондун илинишүү күчтөрү, арматуранын диаметри жана профили, бетондун чоюлууга каршылык көрсөтүү бекемдиги, бетондун коргоо катмарынын калыңдыгы, анкерлөөчү түзмөктөрдүн түрү (өзөктү ийүү, туурасынан багытталган өзөктөрдү ширетүү), анкерлөө чөлкөмүндө туурасынан арматуралоо, арматурадагы күчтөнүүнүн мүнөзү (кысуучу жана чоюучу) жана анкерлөө узундугундагы бетондун чыңалуу абалына жараша анкерлөөчү түзмөктөрдүн каршылык көрсөтүү күчтөрү тарабынан кабыл алына тургандай шарттан улам аныкташат.

8.3.10 Туурасынан багытталган арматуранын анкерлөөсүн аны ийүү жана аны менен узата багытталган арматураны камтуу же узата багытталган арматурага

ширетүү жолу аркылуу ишке ашырышат. Ошол эле учурда узата багытталган арматуранын диаметри туурасынан багытталган арматуранын диаметринин жарымынан кем болбоого тийиш.

8.3.11 Арматураны каттап (ширетүүсүз) бириктирүү биринчи улаштырылуучу өзөктөн экинчисине эсептик күчтөнүүлөрдү өткөрүп берүүнү камсыз кылуучу узундукта ишке ашырылышы зарыл. Каттап бириктирүү узундугун бир жерде бириктирилүүчү өзөктөрдүн салыштырмалуу санын, каттап улаштыруу чөлкөмүндө туурасынан багытталган арматураларды, улаштырылуучу өзөктөрдүн ортосундагы жана улаштыруу бирикмелеринин ортосундагы аралыктарды кошумча эсепке алуу менен анкерлөөнүн базалык узундугун боюнча аныкташат.

8.3.12 Арматуранын ширетилме бирикмелерин тиешелүү ченемдик документтер (МАСТ 14098, МАСТ 10922) боюнча аткаруу зарыл.

8.4 Курчап турган чөйрөнүн жагымсыз таасирлеринен конструкцияларды коргоо

8.4.1 Чөйрөнүн жагымсыз таасири (агрессивдүү таасирлер) шарттарында иштеген конструкциялардын талап кылынган көпкө чыдамдуулугу конструкциянын өзүнүн коррозияга туруктуулугу аркылуу камсыз болбогон учурларда КЧжЭ 2.03.11 көрсөтмөлөрү (бетондун беттик катмарын агрессивдүү таасирлерге чыдамдуу материалдар менен иштетүү, конструкциялардын беттерине агрессивдүү таасирлерге чыдамдуу жабууларды жабуу д.у.с.) боюнча аткарылуучу конструкциялардын беттерине кошумча коргоо каралышы зарыл.

9 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын даярдоого, тургузууга жана пайдаланууга талаптар

9.1 Бетон

9.1.1 Даярдоо, тургузуу жана пайдалануу стадияларында конструкциялардын бетонунун мүнөздөмөлөрүнүн маанилери долбоордук документтерде аныкталган талаптарга жооп берүүсү, бетон аралашмасынын курамын тиешелүү түрдө тандоо, аны даярдоо, ошондой эле аны ташуу жана төшөө, бетондун катуулануусу, имараттарды жана курулмаларды пайдаланууда конструкцияларды техникалык тейлөө жараяндарындагы иш-чараларды аткаруу менен камсыз кылуу аркылуу жетишилүүчү, зарыл.

9.1.2 Бетон аралашмасынын курамын долбоорлоону жана тандоону МАСТ 27006 жана берилген түрдөгү бетондорго стандарттардын талаптарын жетекчиликке алуу менен жүргүзүү керек. Бетон аралашмасынын курамын тандоодо анын касиеттеринин (ыңгайлуу жайгашуучулук, ирибестик, аба камтуучулугу, сакталуучулугу) мүнөздөмөлөрүнүн бетондун мөөнөтүн жана катуулануусун, бетон аралашмасын ташуу жана төшөө шарттамдарын жана башка конструкцияларды даярдоо же тургузуу технологиялык жараяндарынын өзгөчөлүктөрүн эсепке алган тапшырмада же тапшырыкта көрсөтүлгөн талаптарга жооп берүүсү камсыздалуусу абзел. Бетон аралашмасынын негизги параметрлерин эсептөөнү пайдаланылуучу материалдардын (камдаштыргыч заттар, толуктагычтар, суу, натыйжалуу кошулмалар) таасын касиеттерин эсепке алуу менен эксперименттик жол аркылуу аныкталуучу көз карандылыктардын жардамы менен жүргүзүү зарыл.

Фибрбетондун курамын тандоону жогоруда келтирилген талаптарга ылайык арматуралоочу фибрлердин түрүн жана касиеттерин эсепке алуу менен жүргүзүү керек.

9.1.3 Берилген курамдагы бетон аралашмасын даярдоону, аны кабыл алууну, сапатын контролдоону, аны ташууну МАСТ 7473 жана белгилүү бир тартипте бекитилген технологиялык регламенттердин талаптарына ылайык ишке ашыруу зарыл.

Бетон аралашмасын даярдоодо бетон аралашмасына кирүүчү материалдарды чен өлчөмдөөнүн керектүү тактыгы жана технологиялык регламентте каралган аларды жүктөө ырааттуулугу камсыздалуусу шарт.

Аралаштыруунун узактыгын бетон аралаштыргыч орнотмолорду даярдоочулардын (заводдордун) нускамаларына ылайык кабыл алышат же тажрыйбалык жол менен аныкташат.

9.1.4 Бетон аралашмасын ташууну анын касиеттерин сактоону камсыз кылуучу жана анын ирип кетүүсүн, ошондой эле башка материалдар менен булганышын жокко чыгаруучу ыкмалар менен ишке ашыруу абзел. Бетон аралашмасынын сапатынын айрым бир көрсөткүчтөрүн химиялык кошулмаларды кошуу же технологиялык ыкмаларды колдонуу менен калыбына келтирүүгө, сапаттын талап кылынган башка баардык көрсөткүчтөрүн камсыз кылуу шарттарында, жол берилет.

9.1.5 Бетонду төшөөдө жана тыгыздоодо калыпты (форманы) текши, боштуктарсыз толтуруу технологиялык ыкмалары колдонулушу зарыл.

Чулу конструкцияларга бетонду төшөөнү жана тыгыздоону КЧжЭ КР 52-01 талаптарын сактоо менен колдонуудагы технологиялык жабдуу үчүн иштелип чыккан технологиялык регламент боюнча аткаруу керек.

Бетондоо тартибин курулманы тургузуу технологиясын жана анын конструктивдик өзгөчөлүктөрүн эске алуу менен бетондоо жиктерин жайгаштырууну караштыруу менен аныктоо зарыл. Ошол эле учурда бетондоо жиктериндеги бетондун беттеринин тиймесинин талап кылынган бекемдиги, ошондой эле бетондоо жиктери менен конструкциянын бекемдиги камсыз болуусу шарт.

Бетон аралашмасын төмөндөтүлгөн оң жана терс же жогорулатылган оң температураларда төшөөдө бетондун талап кылынган сапатын камсыз кылуучу атайын иш-чаралар каралышы абзел.

Бетонду төшөө жана тыгыздоо технологиялык регламенттерин, ошондой эле курама бетон жана темир-бетон конструкцияларынын элементтерин заводдук же курулуш аянты шарттарында калыптандыруу жана катыруу шарттамдарын КЧжЭ 3.09.01 жоболорун эсепке алуу менен иштеп чыгуу сунуш кылынат. Технологиялык регламенттерди иштеп чыгууда жана аларга түзөтүүлөрдү киргизүүдө бетондун бир тектүү эместигинен, элементтерди сыноолордо, курулган имараттарды жана курулмаларды пайдалануу жараянында жаралган конструкциялардын кемтиктерин эсепке алуу керек болот.

9.1.6 Бетондун катуулануусун ылдамдатуучу технологиялык таасир этүүлөрдү (нормалдуу же жогорулатылган басым алдында жылуулук-нымдуулук иштетүүнүн жардамы аркылуу) колдонуусуз же колдонуу менен камсыз кылуу зарыл.

Катуулануу жараянында бетондо эсептик температуралык-нымдуулук шарттамды кармап туруу абзел. Керек болгон учурларда бетондун бекемделүүсүн өөрчүтүүнү жана жыйрылуу кубулуштарын төмөндөтүүнү камсыз кылуучу шарттарды түзүү үчүн атайын коргоочу иш-чараларды колдонуу керек. Буюмдарды жылуулук менен иштетүү технологиялык жараянында температуралык секирүүлөрдү жана калыптык форма менен бетондун ортосундагы өз ара жылышууларды төмөндөтүү боюнча чаралар көрүлүшү зарыл.

Массивдүү чулу конструкцияларда конструкциялардын иштешине бетондун катуулануусунда экзотермия менен байланышкан чыңалуулардын температуралык-нымдуулук талаасынын таасирин төмөндөтүү боюнча иш-чаралар каралышы абзел.

9.2 Арматура

9.2.1 Конструкцияларды арматуралоо үчүн колдонулуучу арматура долбоорго шайкеш жана тиешелүү стандарттардын талаптарына жооп берүүсү абзел. Арматура анын сапатын күбөлөндүрүүчү маркалоого жана тиешелүү тастыктмаларга ээ болушу шарт.

Арматураны сактоо жана ташуу шарттары механикалык жабыркатуулурды жана майышма деформацияларды, бетон менен илинишүсүн начарлатуучу булгануударды, коррозиялык бузулууларды жокко чыгарууга тийиш.

9.2.2 Араматураны калыптык формаларга орнотууну долбоорго ылайык ишке ашыруу зарыл. Байланган арматураларды орнотууда арматураны орнотуу жараянында жана конструкцияны бетондоодо анын жылышып кетүүсүн жокко чыгарууну камсыздоочу атайын иш-чаралардын жардамы аркылуу арматура өзөктөрүн ишенимдүү карматуу каралышы абзел.

Арматураны орнотууда анын долбоордук абалынан четтөөсү КЧжЭ КР 52-01 аныкталган мүмкүн болгон маанилерден ашпоого тийиш.

9.2.3 Ширетилме арматура буюмдарын (торлор, каркастар) ширетүү бирикмелеринин талап кылынган бекемдигин жана бириктирилүүчү арматура элементтеринин бекемдигин төмөндөтүүгө жол бербеген тиймелик-чекиттик ширетүүнүн жардамы менен же башка ыкмалар аркылуу даярдоо керек. Ширетме бирикмелер МАСТ 14098 талаптарын канааттандыруусу шарт.

9.2.4 Арматуранын ширетилме уламаларын тиймелик, жаалык же көлкүмөлүк ширетүүлөрдүн жардамы аркылуу аткарышат. Ширетүүнүн колдонулуучу ыкмасы ширетме бирикменин талап кылынган бекемдигин, ошондой эле арматура өзөктөрүнүн ширетме бирикмеге жалгашкан участкаларынын бекемдигин жана деформациялуулугун камсыз кылуусу абзел.

9.2.5 Арматуранын механикалык бирикмелерин (уламаларын) жубасталган жана сайлуу кошкучтардын жардамы аркылуу Б жана Г тиркемелерине ылайык аткаруу зарыл. Чоюлган арматуранын механдык бирикмесинин бекемдиги улаштырылуучу өзөктөрдүкүндөгүдөй эле болуусу шарт.

9.2.6 Арматураны таянычтарга же катыган бетонго керүүдө долбоордо аныкталган алдын ала чыңалтуунун контролдонуучу маанилери ченемдик документтерде же долбоордук документтерде аныкталган четтөөлөрдүн мүмкүн болгон маанилеринин чегинде камсыз болуусу абзел.

Арматуранын керилүүсүн коё бергенде алдын ала чыңалтуунун бетонго жай өткөрүлүп берилүүсүн камсыздоо зарыл.

9.3 Калып

9.3.1 Калып (калыптык формалар) төмөнкү негизги функцияларды аткарышы абзел: бетонго конструкциянын долбоордук формасын берүү, бетондун сырткы бетинин талап кылынган түрүн камсыз кылуу, конструкция калыптан чыгаруу бекемдигин алгыча аны кармап туруу, керек учурларда арматураны керүүдө таяныч катары кызмат кылуу.

Чулу конструкцияларды даярдоо үчүн колдонулуучу калып МАСТ 23478 талаптарына, курама конструкциялардын элементтерин даярдоо үчүн болот формалар – МАСТ 25781 талаптарына жооп берүүсү шарт.

9.3.2 Калыпты жана анын бекиткичтерин жумуштарды жүргүзүү жараянында пайда болуучу жүктөмдөрдү кабыл алгыдай, конструкцияларга эркин деформациялануууга мүмкүндүк берүү менен, берилген конструкция же курулма үчүн аныкталган чектерде мүмкүнчектердин сакталышын камсыздагыдай кылып долбоорлоо жана даярдоо керек.

Калып жана бекиткичтер бетон аралашмасынын кабыл алынган төшөө жана тыгыздоо ыкмаларына, бетонду алдын ала чыңалтуу, катуулантуу жана жылуулук менен иштетүү шарттарына ылайык келүүсү шарт.

Ажыратылма калып бетонго залал келтирбестен калыптан чыгарууну камсыз кылуусу зарыл.

Конструкцияларды калыптан чыгарууну бетондун калыптан ажыратуу бекемдигин алгандан кийин ган жүргүзүү керек.

Ажырабас калыпты конструкциянын курамдык бөлүгү катары долбоорлоо абзел.

9.4 Бетон жана темир бетон конструкциялары

9.4.1 Бетон жана темир-бетон конструкцияларын даярдоо 9.1, 9.2, жана 9.3 бөлүмдөрүнүн көрсөтмөлөрүнө ылайык жүргүзүлүүчү калыптоо, арматуралоо жана бетондоо жумуштарын камтыйт.

Даяр конструкциялар долбоордун талаптарына жооп берүүгө тийиш.

9.4.2 Конструкциялардын геометриялык параметрлеринин долбоордук маанилерден четтөөлөрү жумушчу чиймелерде же техникалык шарттарда көрсөтүлгөн чектик маанилерден ашпоого тийиш.

9.4.3 Бетондун факт жүзүндөгү бекемдиги (алдын ала чыңалтылган конструкциялардын бетонунун өткөрүп берүү бекемдиги, чулу конструкциялардын калыптан чыгаруу бекемдиги, заводдук же курулуш шарттарында даярдалуучу курама бетон же темир-бетон конструкцияларынын элементтеринин бетонунун коё берүү бекемдиги, баардык учурларда бетондун долбоордук бекемдиги) бекемдиги боюнча бетондун бир тектүүлүгүн эсепке алуу менен долбоордук документтерде ченемделүүчү маанилерге ылайык МАСТ 18105 боюнча аныкталуучу тиешелүү түрдө талап кылынгандан кем болбоого тийиш.

9.4.4 Конструкцияларды көтөрүүнү долбоордо каралган атайын түзмөктөрдүн (монтаждык илмектер жана башка ыктамдар) жардамы менен жүргүзүү зарыл. Ошол эле учурда конструкцияны сындырууну, анын

туруктуулугун жоготууну, аңтарылуусун, чайпалуусун жана айлануусун жокко чыгаруучу көтөрүүнүн шарттары камсыз кылынышы шарт.

9.4.5 Конструкцияларды ташуу, жыюу жана сактоо шарттары долбоордо келтирилген көрсөтмөлөргө жооп берүүсү абзел. Ошол эле учурда конструкциянын сакталышы, бетондун беттеринин, арматуралардын чыкма учтарынын жана монтаждоочу илмектердин бузуулардан сакталышын камсыздоо керек.

9.4.6 Курама элементтерден имараттарды жана курулмаларды тургузууну конструкцияларды орнотуу ыраатуулугу жана талап кылынган орнотуу тактыгын, конструкцияларды ирилештирип куроо жана долбоордук орундарына орнотуу, тургузуу жараянында имараттардын же курулмалардын конструкцияларын жана алардын бөлүктөрүнүн туруктуулугун, эмгектин коопсуздук шарттарын камсыз кылуучу иш-чаралар каралган жумуштарды жүргүзүү долбооруна ылайык ишке ашыруу зарыл.

Чулу бетондон имараттарды жана курулмаларды тургузууда куруу жараянында конструкциялардын бекемдигин, жаракага туруктуулугун жана ийкемсиздигин камсыз кылуучу конструкцияларды бетондоо, калыптарды ажыратуу жана которуштуруп орнотуу ыраатуулугун сактоо абзел. Мындан сырткары, технологиялык жаракалардын жаралышын жана өөрчүшүн чектөөчү иш-чараларды (конструктивдик жана технологиялык, керек учурларда эсептөөлөрдү жүргүзүүнү) караштыруу зарыл.

Конструкциялардын долбоордук абалдан четтөөлөрү имараттардын жана курулмалардын тиешелүү конструкциялары (түркүктөр, устундар, такталар) үчүн КЧжЭ КР 52-01 талаптарын эсепке алуу менен долбоордук документтерде аныкталган мүмкүн болгон маанилерден ашпоосу абзел.

9.4.7 Конструкцияларды долбоордо каралган имараттын же курулманын бүткүл аныкталган кызмат өтөө мөөнөтүнүн ичинде алар өздөрүнүн дайындалышын аткаргандай кылып кармоо керек. Имараттардын жана курулмалардын бетон жана темир-бетон конструкцияларынын ченемделүүчү пайдалануу шарттарын одоно бузуунун (конструкцияларды ашыкча жүктөө, пландуу-алдын алуу оңдоолорду жүргүзүүнүн мөөнөттөрүн сактабоо, чөйрөнүн агрессивдүүлүгүн жогорулатуу д.у.с.) натыйжасында жүк көтөрүмдүүлүгүн, пайдаланууга жарамдуулугун жана көпкө чыдамдуулугун төмөндөтпөөнү жокко чыгаруучу пайдалануу шарттамдарын сактоо зарыл. Эгерде пайдалануу жараянында конструкциялардын коопсуздугун төмөндөтүүчү жана алардын нормалдуу иштешине жолтоо болуучу бузулуулар байкалса, анда 10-бөлүмдө каралган иш-чараларды аткаруу талап кылынат.

9.5 Сапатты контролдоо

9.5.1 Конструкцияларды даярдоонун (тургузуунун) жана пайдалануунун ар кандай стадияларында сапатты контролдоо алардын сапатынын контролдонуучу көрсөткүчтөрүнүн факт жүзүндөгү маанилеринин долбоордук документтерде аныкталган мүмкүн болгон маанилердин диапазондоруна шайкеш келүүсүн, ошондой эле өндүрүштүн колдонулуучу технологиялык шарттамдарынын долбоордук жана технологиялык документтерде аныкталган аларга коюлуучу талаптарга шайкеш келүүсүн аныктоо максатында жүргүзүлүшү керек.

9.5.2 Аткарылган (даярдалган) конструкциянын параметрлеринин анык маанилеринин долбоордук документтерде көрсөтүлгөн чектерге шайкештигин контролдоонун колдонулуучу усулдары (текши, альтернативдик же сандык белги боюнча тандалма), контролдоонун пландары, эрежелери жана каражаттары шайкеш эместиктин (кемтиктүүлүктүн) мүмкүн болгон деңгээлинен улам тандалышы абзел.

Конструкциялардын коопсуздугун, пайдаланууга жарамдуулугун жана көпкө чыдамдуулугун аныктоочу сапаттын көрсөткүчтөрүн тандалма контролдоо кемтиктүүлүктүн деңгээлин 4% төмөн эмес камсыздоочу пландар боюнча жүргүзүлүшү керек. Контролдоонун пландарын тандоо МАСТ 18242-72 боюнча ишке ашырылат.

9.5.3 Заводдук же курулуш шарттарында даярдалуучу курама конструкциялардын бетон жана темир-бетон элементтеринин сапатын кириш, операциялык жана кабыл алуу контролдоо МАСТ 13015 талаптарынын негизинде тиешелүү стандарттарда же техникалык шарттарда аныкталган тартипте жана усулдар менен жүргүзүлүшү абзел.

9.5.4 Чулу бетон жана темир-бетон конструкцияларынын сапатын контролдоо КЧжЭ КР 52-01 талаптарынын негизинде бетон жана арматураны сыноолордун усулдарына колдонуудагы стандарттардын талаптарын эсепке алуу менен иштелип чыккан жумуштарды жүргүзүү долбооруна жана технологиялык регламенттерге ылайык жүргүзүлүшү зарыл.

10 Темир-бетон конструкцияларын калыбына келтирүү жана бекемдөөгө талаптар

10.1 Жалпы жоболор

Темир-бетон конструкцияларын калыбына келтирүүнү жана бекемдөөнү аларды натурдук изилдөөнүн, текшерүү эсептөөлөрүнүн, бекемделүүчү

конструкцияларды эсептөөнүн жана конструкциялоонун негизинде жүргүзүү керек.

10.2 Конструкцияларды натурдук изилдөөлөр

Коюлган милдеттер боюнча натурдук изилдөөлөр жолу менен төмөнкүлөр аныкталышы шарт: конструкциянын абалы, конструкциялардын геометриялык өлчөмдөрү, конструкциялардын арматураланышы, бетондун бекемдиги, арматуранын түрү, классы жана абалы, конструкциялардын салаңдоолору, жаракалардын ачылуу жазылыктары, алардын узундуктры жана жайгашышы, кемтиктердин, бузулуулардын өлчөмдөрү жана мүнөздөрү, конструкциялардын жүктөмдөрү жана статикалык сөлөкөттөрү.

10.3 Конструкцияларды текшерүү эсептөөлөрү

10.3.1 Болгон конструкцияларды текшерүү эсептөөлөрүн аларга аракет эткен жүктөмдөрдүн, пайдалануу шарттарынын жана көлөмдүк-пландаштыруучу чечилиштердин өзгөрүлүшүндө, ошондой эле конструкцияларда олуттуу кемтиктер жана бузулуулар байкалганда жүргүзүү керек.

Текшерүү эсептөлөрүнүн негизинде конструкциялардын пайдаланууга жарамдуулугун, аларды бекемдөө жана пайдалануу жүктөмүн төмөндөтүү муктаждыгын же конструкциялардын толугу менен жараксыздыгын аныкташат.

10.3.2 Текшерүү эсептөөлөрүн долбоордук материалдардын, конструкцияларды даярдоо жана тургузуу берилмелеринин, ошондой эле натурдук изилдөөлөрдүн жыйынтыктарынын негизинде жүргүзүү зарыл

Текшерүү эсептөөлөрүн жүргүзүүдөгү эсептик сөлөкөттөрдү факт жүзүндө аныкталган геометриялык өлчөмдөрдү, конструкциялардын жана алардын элементтеринин факт жүзүндөгү бириктирилишин жана өз ара аракеттенишүүсүн, монтаждоодо билинген четтөөлөрдү эсепке алуу менен кабыл алуу абзел.

10.3.3 Текшерүү эсептөөлөрүн жүк көтөрүмдүүлүк, деформациялар жана жаракага туруктуулук боюнча жүргүзүү керек. Эгерде факт жүзүндөгү максималдуу жүктөмдөр астында пайдалануудагы конструкциялардагы которулуулар жана жаракалардын ачылуу жазылыктары мүмкүн болгон маанилерден ашпаса, ал эми мүмкүн болгон жүктөмдөрдөн элементтердин кесилиштеринде жаралган күчтөнүүлөр факт жүзүндөгү аракет эткен жүктөмдөрдөн пайда болгон күчтөнүүлөрдүн маанилеринен ашпаса, анда пайдаланууга жарамдуулук боюнча текшерүү эсептөөлөрүн жүргүзбөй коюуга жол берилет.

10.3.4 Бетондун мүнздөмөлөрүнүн эсептик маанилерин долбоордо келтирилген бетондун классына же бетонду сындырбас усулдар менен же конструкциядан алынган үлгүлөрдү сыноолордун натыйжасында аныкталган бетондун факт жүзүндөгү орточо бекемдиги боюнча эквиваленттүү бекемдикти камсыз кылуучу котормо көмөк чоңдуктардын жардамы аркылуу аныкталуучу бетондун шарттуу классына жараша кабыл алышат.

10.3.5 Арматуранын мүнөздөмөлөрүнүн эсептик маанилерин долбоордо көрсөтүлгөн арматуранын классына же изилденүүчү конструкциялардан алынган арматуранын үлгүлөрүн сыноолордун натыйжасында аныкталган арматуранынн факт жүзүндөгү орточо бекемдиги боюнча эквиваленттүү бекемдикти камсыз кылуучу котормо көмөк чоңдуктардын жардамы аркылуу аныкталуучу арматуранын шарттуу классына жараша кабыл алышат.

Долбоордук берилмелер жок болгон учурларда жана үлгүлөрдү алуу мүмкүнчүлүгү болбогондо арматуранын классын арматуранын профилинин түрү боюнча, ал эми эсептик каршылык көрсөтүүлөрүн аракеттеги ченемдик документтердеги ошол класска туура келе турган тиешелүү маанилерден 20% төмөн кылып алууга жол берилет.

10.3.6 Текшерүү эсептөөлөрүн жүргүзүүдө натурдук изилдөөлөр жараянында табылган кемтиктер жана бузулуулар эсепке алынууга тийиш: бетондун бекемдигинин төмөндөшү, жергиликтүү бузулуулары же сынуулары; арматуранын үзүлүүлөрү, коррозиясы, анкерлөөнүн жана арматура менен бетондун илинишүүсүнүн бузулуулары; жаракалардын кооптуу жаралышы жана ачылышы; конструкциянын айрым элементтеринде жана алардын бирикмелеринде долбоордон конструктивдик четтөөлөр.

10.3.7 Текшерүү эсептөөлөрүнүн жүк көтрүмдүүлүк жана пайдаланууга жарамдуулук боюнча талаптарын канааттандырбаган конструкциялар бекемделүүгө жатышат же алар үчүн пайдалануу жүктөмү төмөндөтүлүшү зарыл.

Текшерүү эсептөөлөрүнүн пайдаланууга жарамдуулук боюнча талаптарын канааттандырбаган конструкциялар үчүн, эгерде, факт жүзүндөгү салаңдоолору мүмкүн болгон маанилерден ашып кетсе, бирок, алар нормалдуу пайдаланууга жолтоо болбосо, ошондой эле жаракалардын факт жүзүндөгү ачылуусу мүмкүн болгон маанилерден ашып кетип, бирок сынып калуу кооптуулугун жаратпаса, анда бекемдөөнү же жүктөмдү төмөндөтүүнү аткарбай койсо деле болот.

10.4 Темир-бетон конструкцияларын бекемдөө

10.4.1 Темир-бетон конструкцияларын бекемдөөнү болот элементтердин, бетондун жана темир-бетондун, арматуранын жардамы аркылуу ишке ашырышат.

10.4.2 Темир-бетон конструкцияларын бекемдөөдө бекемдөөчү элементтердин дагы, ошондой эле бекемделүүчү элементтердин дагы жүк көтөрүмдүүлүгүн эсепке алуу зарыл. Бул үчүн бекемдөөчү элементтердин ишке киришиши жана алардын бекемделүүчү конструкция менен бирге иштөөсү камсыз болуусу абзел. Өтө катуу жабыркаган конструкциялар үчүн бекемделүүчү конструкциянын жүк көтөрүмдүүлүгүн эсепке алышпайт.

Бетондогу ачылуу жазылыгы мүмкүн болгон маанилерден ашып кеткен жаракаларды жана башка кемтиктерди бүтөөдө конструкциялардын калыбына келтирилүүгө жаткан участкаларынын негизги бетон менен бирдей бекемдигин камсыздоо зарыл.

10.4.3 Бекемдөө материалдарынын мүнөздөмөлөрүнүн эсептик маанилерин колдонуудагы ченемдик документтер боюнча кабыл алышат.

Бекемделүүчү конструкциянын материалдарынын мүнөздөмөлөрүнүн эсептик маанилерин текшерүү эсептөөлөрүндө кабыл алынган эрежелерге ылайык изилдөө жыйынтыктарын эсепке алуу менен долбоордук берилмелерден улам кабыл алышат.

10.4.4 Бекемделүүчү темир-бетон конструкцияларын эсептөөнү аны бекемдөөгө чейинки алынган чыңалуу-деформациялануу абалын эсепке алуу менен темир-бетон конструкцияларын эсептөөнүн жалпы эрежелери боюнча жүргүзүү керек.

11 Темир-бетон конструкцияларын чыдамдуулукка эсептөө

11.1 Темир-бетон конструкцияларын чыдамдуулукка эсептөөнү көп жолу кайталануучу (байма-бай) жүктөмдөргө жүргүзүү абзел. Чыдамдуулукка эсептөөлөрдө каршылык көрсөтүүлөрдү текшерүү бетон жана арматура үчүн өз-өзүнчө аткарылат.

Чыдамдуулукка эсептөөнү жаракалары менен серпилгич стадия боюнча жүргүзүшөт. Чоюлган бетондун жана кысылган арматуранын иштөөсүн эсепке алышпайт жана алардын бекемдиктери чыдамдуулукка эсептелбейт.

11.2 Чыдамдуулукка эсептөөнү көп жолу кайталануучу жүктөмдөн кысылган бетондогу жана чоюлган арматурадагы максималдуу чыңалуулар бетон жана арматуранын тиешелүү түрдө чыдамдуулук боюнча кысылууга жана чоюлууга каршылык көрсөтүүлөрүнөн ашпайт деген шарттардан улам жүргүзүү керек.

11.3 Чыдамдуулук боюнча бетон жана арматуранын эсептик каршылык көрсөтүүлөрү жалпы учурда тажрыйбалык берилмелердин негизинде алынган төмөн түшүүчү ийри сызыктуу көз карандылыкты колдонуу менен N=2·10^6

циклдердин саны үчүн жүктөөлөрдүн циклдеринин асимметриясын, бетондун жана арматуранын класстарын (тиешелүү түрдө кысууга жана чоюуга бекемдиктери боюнча) эсепке алуу менен аныкталат.

Чыдамдуулук боюнча бетондун каршылык көрсөтүүлөрүн аныктоодо бетондун түрүн (оор же жеңил), ошондой эле нымдуулук боюнча бетондун абалын эсепке алуу зарыл. Чыдамдуулук боюнча арматуранын каршылык көрсөтүүлөрүн аныктоодо ширетилме бирикмелердин болгондугун эсепке алуу керек.

Жүктөө циклдеринин асимметриясы жүктөмдүн өзгөрүүлөрүнүн циклинин чектеринде бетон жана арматурадагы минималдуу жана максималдуу чыңалууларынын катышы менен мүнөздөлөт.

А тиркемеси

Негизги тамгалык белгилеништер

Элементтин туура кесилишиндеги сырткы жүктөмдөрдөн жана таасирлерден күчтөнүүлөр

M – ийилтүүчү момент;

M_p – келтирилген кесилиштин оордук борборуна карата алдын ала кысуу күчтөнүүсүнүн моментин эсепке алуу менен ийилтүүчү момент;

N – узатасынан багыталган күч;

Q – туурасынан багытталган күч;

T – толгоочу момент.

Материалдардын мүнөздөмөлөрү

R_{bn} – бетондун октук кысууга ченемдик каршылык көрсөтүүсү;

R_b, $R_{b,ser}$ – бетондун тиешелүү түрдө чектик абалдардын биринчи жана экинчи тайпалары үчүн октук кысууга каршылык көрсөтүүлөрү;

$R_{bt,n}$ – бетондун октук чоюуга ченемдик каршылык көрсөтүүсү;

R_{bt}, $R_{bt,ser}$ – бетондун тиешелүү түрдө чектик абалдардын биринчи жана экинчи тайпалары үчүн октук чоюуга каршылык көрсөтүүлөрү;

$R_{bt,loc}$ – бетондун майышууга каршылык көрсөтүүсү;

R_{bp} – бетондун өткөрүп берүү бекемдиги;

R_{lond} – бетон менен арматуранын илинишүү каршылык көрсөтүүсү;

R_s, $R_{s,ser}$ – арматуранын тиешелүү түрдө чектик абалдардын биринчи жана экинчи тайпалары үчүн чоюуга каршылык көрсөтүүлөрү;

R_{sw} – туурасынан коюлган арматуранын чоюуга каршылык көрсөтүүсү;

R_{sc} – арматуранын чектик абалдардын биринчи тайпасы үчүн кысууга каршылык көрсөтүүсү;

E_b – бетондун кысуудагы жана чоюудагы баштапкы серпилгичтик модулу;

$E_{b,red}$ – кысылган бетондун деформациясынын келтирилген модулу;

E_s – арматуранын серпилгичтүүлүк модулу;

$E_{s,red}$ – элементтин жаракалары менен чоюлган чөлкөмүндө жайгашкан арматуранын деформациясынын келтирилген модулу;

ε_{b0} , ε_{bt0} – тиешелүү түрдө бир калыпта тегиз октук кысууда жана октук чоюуда бетондун чектик салыштырмалуу деформациялары;

ε_{s0} – R_s барабар чыңалууда арматуранын салыштырмалуу деформациялары;

$\varepsilon_{b,sh}$ – бетондун жыйрылуусунун салыштырмалуу деформациялары;

$\varphi_{b,cr}$ – бетондун жылышуучулук көмөк чоңдугу;

α – арматуранын жана бетондун тиешелүү түрдө серпилгичтик модулдарынын E_s жана E_b катышы.

Геометриялык мүнөздөмөлөр

b – тик бурчтуу кесилишитн жазылыгы; тавр жана эки тавр сымал кесилиштердин кырынын жазылыгы;

b_f, b'_f – тавр жана эки тавр сымал кесилиштердин тиешелүү түрдө чоюлган жана кысылган чөлкөмдөрүндөгү текчелердин жазылыгы;

h – тик бурчтук, тавр жана эки тавр сымал кесилиштердин бийиктиги;

h_f , h'_f – тавр жана эки тавр сымал кесилиштердин текчелеринин тиешелүү түрдө чоюлган жана кысылган чөлкөмдөрүндөгү бийиктиги;

a , a^t – тиешелүү түрдө S жана S^n арматураларындагы күчтөнүүлөрдүн тең аракет этүүчүлөрүнөн кесилиштин жакынкы кырына чейинки аралык;

h_0 , h'_0 – кесилиштин тиешелүү түрдө h-a жана h-a^t барабар жумушчу бийиктиги;

x – бетондун кысылган чөлкөмүнүн бийиктиги;

ξ – $\frac{x}{h_0}$ барабар бетондун кысылган чөлкөмүнүн салыштырмалуу бийиктиги;

S_w – элементтин узундугу боюнча өлчөнгөн байламталарынын ортосундагы аралык;

e_0 – узатасынан багытталган күчтүн келтирилген кесилиштин оордук борборуна карата эксцентриситети;

e, e^t – узатасынан багытталган күчтүн N аракет этүү чекиттеринен тиешелүү түрдө S жана S^n арматураларындагы күчтөнүүлөрдүн тең аракет этүүчүлөрүнө чейинки аралык;

e_{0p} – алдын ала кысуу күчтөнүүсүнүн келтирилген кесилиштин оордук борборуна карата эксцентриситети;

y_n – арабөк октон сырткы жүктөмдөрдөн ийилтүүчү моментти эсепке алуу менен алдын ала кысуу күчүнүн аракет этүү чекитине чейинки аралык;

l – элементтин арышы;

l_{an} – анкерлөө чөлкөмүнүн узундугу;

l_p – арматурадагы алдын ала чыңалууну бетонго өткөрүп берүү чөлкөмүнүн узундугу;

l_0 – узатасынан багытталган кысуучу күчтүн аракетине дуушар болгон элементтин эсептик узундугу;

i – элементтин кесилишинин оордук борборуна карата анын туура кесилишинин инерциялык ралиусу;

d_s, d_{sw} – тиешелүү түрдө узатасынан жана туурасынан багытталган арматуралардын өзөктөрүнүн номиналдык диаметрлери;

A_s, A^t_s – тиешелүү түрдө S жана S^n арматураларынын кесилиш аянттары;

A_{sw} – жантык кесилишти кесип өтүүчү элементтин узатасынан

μ_s – S арматурасынын кесилиш аянтынын элементтин туурасынан кесилишинин аянтына $b{\cdot}h_0$, кысылган жана чоюлган текчелердин салаңдамаларын эсепке албастан, болгон катышы катары аныктала турган арматуралоо көмөк чоңдугу;

A – туура кесилиштеги бетондун бүткүл аянты;

A_b – бетондун кесилишинин кысылган чөлкөмүнүн аянты;

A_{bt} – бетондун кесилишинин чоюлган чөлкөмүнүн аянты;

A_{red} – элементтин келтирилген кесилишинин аянты;

A_{loc} – бетондун майышкан жеринин аянты;

I – элементтин оордук борборуна карата бетондун бүткүл кесилишинин инерциялык моменти;

I_{red} – элементтин оордук борборуна карата анын келтирилген кесилишинин инерциялык моменти;

W – элементтин кесилишинин анын четки чоюлган буласына карата каршылык көрсөтүү моменти;

Алдын ала чыңалган элементтин мүнөздөмөлөрү

P , N_p – элементтин каралып жаткан иштөө стадиясына тиешелүү арматурасындагы алдын ала чыңалуусунун жоготууларын эсепке алуу менен алдын ала кысуусунун күчтөнүүсү;

$P_{(1)}$, $P_{(2)}$ – алдын ала чыңалуунун тиешелүү түрдө биринчи жана баардык жоготууларын эсепке алуу менен чыңалуучу арматурадагы күчтөнүү;

σ_{sp} – элементтин каралып жаткан иштөө стадиясына тиешелүү арматурадагы алдын ала чыңалуунун жоготууларын эсепке алуу менен чыңалуучу арматурадагы алдын ала чыңалуу;

$\Delta\sigma_{sp}$ – арматурадагы алдын ала чыңалуунун жоготуулары;

σ_{bp} – арматурадагы алдын ала чыңалуунун жоготууларын эсепке алуу менен алдын ала кысуу стадиясындагы бетондогу кысуу чыңалуулары.

Б тиркемеси

Конструктивдик тутумдарды эсептөө

Б.1 Жүк көтөрүүчү конструктивдик тутумдарды эсептөө төмөнкүлөрдү камтышы зарыл:

- конструктивдик тутумдун элементтериндеги (түркүктөрдөгү, калка жана жабуу такталарындагы, пайдубалдык такталардагы, дубалдардагы, өзөктөрдөгү) жана пайдубалдардын жерпайларына аракет этүүчү күчтөнүүлөрдү аныктоо;
- конструктивдик тутумдун жалпы жана анын айрым элементтеринин которулууларын, ошондой эле жогорку кабаттардын калкаларынын термелүүлөрүнүн ылдамдануураларын аныктоо;
- конструктивдик тутумду туруктуулукка (формасынын жана абалынын туруктуулугун) эсептөө;
- жерпайдын жүк көтөрүмдүүлүгүн жана деформациясын баалоону;
- конструктивдик тутумдун улам өөрчүүчү талкаланууга (айрым бир учурларда) каршылык көрсөтүүсүн баалоонуоценку.

Б.2 Жер үстүндөгү жана жер алдындагы конструкцияларды, пайдубалды камтыган жүк көтөрүүчү конструктивдик тутумду эсептөөнү пайдалануу стадиясы үчүн жүргүзүү абзел. Тургузуу жараянында эсептик кырдаалды олуттуу түрдө өзгөртүүдө жүк көтөрүүчү конструктивдик тутумду эсептөөнү каралып жаткан стадияларга ылайык келген тургузуунун баардык ырааттуу стадиялары үчүн эсептик сөлөкөттү кабыл алуу менен жүргүзүү зарыл.

Б.3 Жүк көтөрүүчү конструктивдик тутумду эсептөөнү жалпы учурда жер үстүндөгү жана жер алдындагы конструкциялардын, пайдубалдын жана анын алдындагы жерпайдын бирге иштөөсүн эске алуу менен мейкиндиктүү көз караштан жүргүзүү керек.

Б.4 Курама элементтерден турган жүк көтөрүүчү конструктивдик тутумдарды эсептөөдө алардын бирикмелеринин ийкемдүүлүгүн эсепке алуу зарыл.

Б.5 Жүк көтөрүүчү конструктивдик тутумдарды эсептөөнү темир-бетон элементтеринин сызыктуу жана сызыктуу эмес деформациялык (ийкемсиздик) мүнөздөмөлөрүн колдонуу менен жүргүзүү абзел.

Темир-бетон элементтеринин сызыктуу деформациялык мүнөздөмөлөрүн текши серпилгич нерседей карап аныкташат.

Темир-бетон элементтеринин сызыктуу эмес деформациялык мүнөздөмөлөрүн алардын белгилүү бир арматураланышында туура кесилиштеринде жаракалардын мүмкүн болгон жаралууларын, ошондой эле жүктөмдүн тиешелүү түрдө кыска жана узак мөөнөткө аракет этүүсүнө ылайык

арматурада жана бетондо серпилгич эмес деформациялардын өөрчүшүн эсепке алуу менен аныктоо зарыл.

Б.6 Жүк көтөрүүчү конструктивдик тутумду эсептөөнүн жыйынтыгында төмөнкүлөр аныкталышы зарыл: түркүктөрдө – узатасынан жана туурасынан багытталган күчтөрдүн, ийилтүүчү моменттердин маанилери; калкалардын, жабуунун жалпак такталарында жана пайдубалдарда – ийилтүүчү, толгоочу моменттердин, туурасынан жана узатасынан багытталган күчтөрдүн маанилери; дубалдарда – узатасынан багытталган жана жылыштыруучу күчтөрдүн, ийилтүүчү, толгоочу моменттердин жана туурасынан багытталган күчтөрдүн маанилери.

Конструктивдик тутумдун элементтериндеги күчтөнүүлөрдү аныктоону туруктуу, узак мөөнөткө жана кыска мөөнөткө аракет эткен эсептик жүктөмдөрдүн аракетине жүргүзүү керек.

Б.7 Жүк көтөрүүчү конструктивдик тутумду эсептөөнүн жыйынтыгында калкалардын жана жабуулардын вертикаль багытындагы которулууларынын (салаңдоолорунун) маанилери, конструктивдик тутумдун горизонталь багытындагы которулуулары, ал эми жогорулатылган кабаттуу имараттар үчүн – жогорку кабаттардын калкаларынын термелүүлөрүнүн ылдамдануулары аныкталышы абзел. Которулуулардын жана термелүүлөрдүн ылдамдануууларынын маанилери тиешелүү ченемдик документтерде аныкталган мүмкүн болгон маанилерден ашпоого тийиш.

Конструктивдик тутумдун горизонталь багытындагы которулууларын туруктуу, узак, жана кыска мөөнөткө аракет эткен горизонталдык жана вертикалдык эсептик (чектик абалдардын биринчи жана экинчи тайпалары үчүн) жүктөмдөрдөн аныктоо зарыл.

Калкалардын жана жабуулардын вертикаль багытындагы которулууларын (салаңдоолорун) туруктуу жана узак мөөнөткө вертикаль багытында аракет эткен ченемдик жүктөмдөрдөн аныктоо керек.

Имараттын жогорку кабаттарынын калкаларынын термелүүлөрүнүн ылдамдануууларын шамал жүктөмүнүн какма түзүүчүсүнүн аракет этүүсүнөн аныктоо абзел.

Б.8 Конструктивдик тутумду туруктуулукка эсептөөдө конструктивдик тутумдун формасынын туруктуулугун, ошондой эле конструктивдик тутумдун абалынын аңтарылууга жана жылышууга туруктуулугун текшерүү зарыл.

Б.9 Конструктивдик тутумду туруктуулукка эсептөөнү вертикаль жана горизонталь багытындагы туруктуу, узак жана кыска мөөнөткө аракет эткен убактылуу эсептик жүктөмдөрдүн аракетине жүргүзүү абзел.

Конструктивдик тутумдун формасынын туруктуулугун эсептөөдө конструктивдик тутумдун элементтеринин ийкемсиздик мүнөздөмөлөрүн

арматуралоону, жаракалардын болуусун, бетон жана арматурадагы серпилгичтүү эмес деформацияларды эсепке алуу менен кабыл алышат. Форманын туруктуулугу боюнча камдыгы эки эсе жана андан дагы көп болууга тийиш.

Абалдын туруктуулугун эсептөөдө конструктивдик тутумдарды деформацияланбаган ийкемсиз нерсе катары кароо керек.

Аңтарылууга эсептөөдө вертикалдык жүктөмдөн кармап турууучу момент горизонталдык жүктөмдөн пайда болгон аңтаруучу моменттен 1,5 барабар камдык көмөк чоңдугу менен ашып түшүүгө тийиш.

Жылышууга эсептөөдө кармап турууучу горизонталдык күч аракет этүүчү жылыштыруучу күчтөн 1,2 барабар камдык көмөк чоңдугу менен ашып турууга тийиш. Ошол эле учурда жүктөм боюнча ишенимдүүлүк көмөк чоңдугунун эң жагымсыз маанилерин эсепке алуу керек.

Б.10 Улам өөрчүүчү талкалоого каршы туруктуулукка эсептөө конструктивдик тутумдун кайсы бир элементинин (түркүктүн, дубалдын участкасынын, калканын участкасынын) жарактан чыгуусунда жана жакын жайгашкан элементтеринин кийинки мүмкүн болгон сынууларында жалпысынан конструктивдик тутумдун формасынын бекемдигин жана туруктуулугун камсыз кылып туруусу зарыл. Мындан сырткары, негизделген учурларда пайдубалдардын алдындагы жерпайдын кайсы бир бөлүгүнүн жарактан чыгуусу менен эсептик кырдаал (мисалга, карстык уроолордун жаралуу учурларында) каралат.

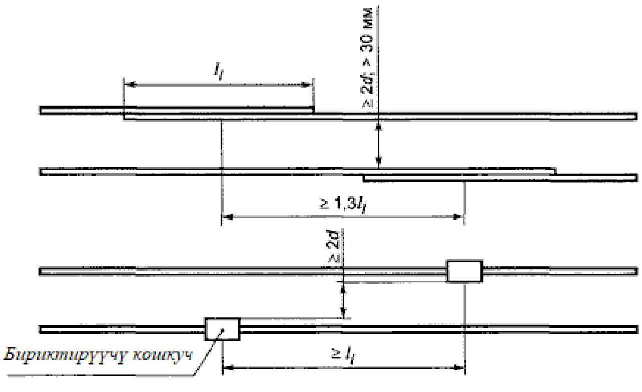
Б.11 Улам өөрчүүчү талкаланууга каршы туруктуулукка эсептөөнү бетон жана арматуранын каршылык көрсөтүүлөрүнүн ченемдик маанилери менен ченемдик вертикалдык жүктөмдөрдүн аракет этүүсүнө жүргүзүү керек.

Б.12 Жерпайдын жүк көтөрүмдүүлүгүн жана деформацияларын баалоону тиешелүү ченемдик документтерге ылайык имараттын конструктивдик тутумун эсептөөдө аныкталган жерпайга аракет этүүчү күчтөнүүдө жүргүзүү зарыл.

Б.13 Вертикалдуу темир-бетон элементтердеги арматуранын механикалык бирикмелерин калканын жогорку кырынан кабаттын бийиктигинин 1/4-1/5 чөлкөмүндө, ийилүүчү элементтерде – максималдык моменттердин же арматурада аракет эткен максималдык күчтөнүүлөр чөлкөмүнөн сырткары жайгаштыруу керек.

Элементтин бир кесилишиндеги чоюлган же кысылган мезгилдүү профилдүү жумушчу арматуралардын механикалык бирикмелердин жардамы аркылуу улаштырылуучу санын узатасынан багытталган арматуранын μ_s=3% арматуралоо пайызында 100% чейин жана калган учурларда 50% ашык эмес кылып кабыл алууга жол берилет. Улаштырылуучу арматуранын кесилиштеринин ортосундагы аралыкты бириктирилүүчү арматуранын каттоо узундугуна барабар кылып кабыл алышат (Б.1-сүр. кара).

Б.14 Арматуранын механикалык бирикмелеринин ортосундагы нак минималдуу аралык уламаны аткаруу үчүн жабдуунун тыш өлчөмдөрү менен аныкталат жана 2*d* кем эмес, ошондой эле 8.3.4 пунктундагы көрсөтмөлөрдө келтирилген маанилерден кем эмес болууга тийиш (Б.1-сүр.кара).



Б.1-сүрөт. Кайчылаштыра жана механикалык бирикмелердин жардамы аркылуу улаштырылуучу өзөктөрдүн жайгаштырылышы

Б.15 Механикалык бирикмелери менен арматуранын каркастарындагы туурасынан арматуралоо арматуранын механикалык бирикмелерсиз каркастарындагыдай эле кабыл алынат.

Б.16.1 Сапатты контролдоо

Б.16.1.1 Арматуранын механикалык бирикмелеринин сапатын контролдоону В.2 – В.7 ылайык жүргүзүшөт.

Б.16.1.2 Арматуранын механикалык бирикмелери менен жумуштарды аткарууда контролдун төмөнкү түрлөрүн жүргүзүү керек:

- бириктирүүчү кошкучтардын жана жабдуунун киришүүчү контролун;
- бириктирүүлөрдү жүргүзүү жараянында утурумдук контролду (операциялык жана кабыл алуу);
- тастыктамалоочу контролду.

Б.16.1.3 Ар бир кошкуч жана каршы бурама заводдук шартбелгилөөгө (маркалоого) ээ болушу шарт, анда төмөкүлөр көрсөтүлүшү зарыл: бириктирүүчү элементтин тиби, бириктирилүүчү өзөктөрдүн диаметри жана партиянын номуру же даярдоочу заводдун белгиси.

Көрсөтүлгөн шартбелгилөө ар бир бириктирүүчү кошкучка аны колдонуу моментине чейин сакталуусун камсыздоочу ыкмалар менен түшүрүлөт, шартбелгилөөнү МАСТ 7566 ылайык жууса кетпес сыр, электрмагниттик сокмо-

чекиттик усул, катуу куйма ийнеси менен үзгүлтүксүз чийүү же башка ыкмалар аркылуу түшүрүүгө да жол берилет.

Б.16.1.4 Механикалык бирикмелердин тартылышын контролдоо үчүн МАСТ 51254-99 боюнча жыл сайын калибровка өтүүчү динамометрикалык ачкычтарды колдонуу керек. Сайлуу бирикмелердин кошкучтарынын жана каршы бурамаларынын тартуу күчтөнүүсү контролдонуучу партиянын 10% кем эмес бирикмелерин контролдук тартуу менен текшерилет. Бирикмелердин партиясы 500 даанадан ашпоого тийиш.

Механикалык бирикмелерди тартуу үчүн колдонулуучу ачкычтын узундугу төмөнкүлөрдөн кем болбоого тийиш:

- диаметри 12 - 18 мм болгон арматуралар үчүн – 0,3 м;
- диаметри 20 - 28 мм болгон арматуралар үчүн – 0,5 м;
- диаметри 32 - 40 мм болгон арматуралар үчүн – 0,7 м.

Сайлуу бирикмелерди тартуу чоңдугу Б.1 таблицасы боюнча маанилерден кем болбоого тийиш.

Б.1 таблицасы

Маанилердин аталыштары	Маанилердин көрсөткүчтөрү										
Арматура өзөгүнүн диаметри, мм	2	4	6	8	0	2	5	8	2	6	0
Тартуунун минималдуу моменти, Н·м	0	5	5	20	45	75	00	15	40	65	80

Б.16.1.5 Жубасталган бирикменин кошкучунун жубастоодон кийинки узаруусу бирикмелерге ченемдик документтердин талаптарына шайкеш келүүсү абзел. Талаптар боюнча берилмелер болбогон учурларда контролдонуучу узаруунун мааниси кошкучтун алгачкы узундугунун 8% кем болбоого тийиш.

Б.16.1.6 Кошкучтун жана өзөктөрдүн сайларын атмотопчөйрөлүк жаан-чачындардан, бетон менен булгануулардан жана механикалык бузулуулардан коргоо үчүн пластмассадан же металлдан атайын коргоочу бүтөгүчтөрдү жана калпакчаларды колдонуу керек. Калпакчалар өзөктүн учуна сайды салуу менен дароо кийгизилет. Кошкучтардан бүтөгүчтөр аларга арматура өзөктөрүн бурап киргизүү алдында алып салынат. Бул коргоочу каражаттар курулуш аянтына даярдалган, ташылуучу жана берилүүчү арматураларга, ошондой эле арматуранын чыкма учтарына колдонулат.

Б.16.1.7 Арматуранын учтарын даярдоону жана аны механикалык бирикмелердин жардамы аркылуу улаштырууну бул жумуштардын түрүнө аттестацияланган гана персонал жүргүзүшү зарыл.

В тиркемеси

Калтырма тетиктерди эсептөө

В.1 Болоттон калтырма тетиктердин жалпак элементтерине таврдай ширетилген нормалдык анкерлерди калтырма тетиктердин бир симметриялуу тегиздигинде жайгашкан статикалык жүктөмдөн ийилтүүчү моменттердин, нормалдык жана жылыштыруучу күчтөрдүн аракет этүүсүнө эсептөөнү төмөнкү шарттардан жүргүзүшөт

$$\frac{Q_{an,j}}{Q_{an,j,0}} + \frac{N_{an,j}}{N_{an,j,0}} \leq 1 , \tag{В.1}$$

мында: $N_{an,j}$ – анкерлердин бир катарындагы эң чоң чоюучу күчтөнүү, ал төмөнкүчө аныкталат:

$$N_{an,j} = \frac{M}{z} + \frac{N}{n_{an}} ; \tag{В.2}$$

$Q_{an,j}$ – бир катар анкерлерге туура келген жылыштыруучу күчтөнүү, анын мааниси төмөнкүгө барабар:

$$Q_{an,j} = \frac{Q - 0,3N_{an}^{t}}{n_{an}} ; \tag{В.3}$$

N_{an}^{t} – анкерлердин бир катарындагы эң чоң кысуучу күчтөнүү, төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$N_{an}^{t} = \frac{M}{z} - \frac{N}{n_{an}} . \tag{В.4}$$

$Q_{an,j,0}$ – анкерлер тарабынан кабыл алынуучу жылыштыруучу күч, төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$Q_{an,j,0} = \gamma_{s,sh} \cdot A_{an,j} \cdot \sqrt{R_b \cdot R_s} , \tag{В.5}$$

мында $\gamma_{s,sh}$ - 1,65 барабар кылып кабыл алынуучу көмөк чоңдук;

$N_{an,j,0}$ – анкерлердин бир катары кабыл алуучу чектик чоюучу күч, төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$N_{an,j,0} = R_s \cdot A_{an,j} \tag{В.6}$$

(В.1) - (В.6) формулаларында:

M, N, Q – калтырма тетикке аракет этүүчү тиешелүү түрдө ийилтүүчү момент, нормалдык жана жылыштыруучу күчтөр; ийилтүүчү момент жартактын

сырткы кыры боюнча өткөн тегиздикте жайгашкан жана баардык анкерлердин оордук борборлору боюнча өткөн око карата аныкталат;

n_{an} – жылыштыруучу күчтүн багытын бойлото жайгашкан анкерлердин катарынын саны; эгерде жылыштыруучу күчтүн Q анкерлердин баардык катарларына бир калыпта тегиз өткөрүлүп берилүүсү камсыздалбаса, анда жылыштыруучу күчтү Q_{an} аныктоодо төрттөн көп эмес катар эсепке алынат;

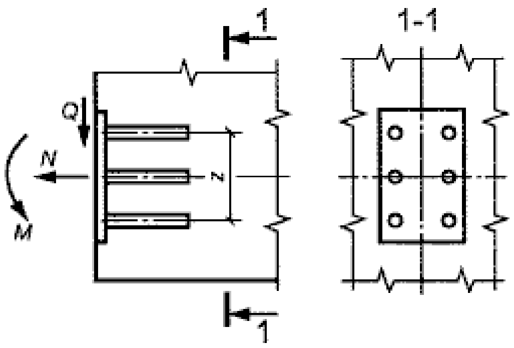
z – анкерлердин эң четки катарларынын ортосундагы аралык;

$A_{an,j}$ – эң чыңалган катардын анкерлеринин туура кесилиштеринин суммардык аянты.

Калган катарлардын анкерлеринин кесилиштеринин аянты эң чыңалган катардын анкерлеринин кесилиш аянтына барабар кылып алынат.

(В.2) жана (В.4) формулаларында нормалдык күч N оң деп кабыл алынат, эгерде ал калтырма тетиктен багытталса (В.1-сүр. кара), жана терс деп, эгерде ал калтырма тетикти карай багытталса. N_{an} терс мааниге ээ болгон учурларда (В.3) формуласында $N_{an}^{t} = N$ деп кабыл алышат.

Калтырма тетиктин буюмдун жогорку кырында жайгашуусунда (бетондоодо) N_{an}^{t} маанисин нөлгө барабар деп алышат.



В.1-сүрөт. Калтырма тетикке аракет этүүчү күчтөнүүлөр сөлөкөтү

В.2 15°тан 30° чейинки бурч алдында кайчылаш ширетилген анкерлери менен калтырма тетиктеги жантык анкерлерди жылыштыруучу күчтүн аракет этүүсүнө ($Q>N$, мында N – жулуучу күч) төмөнкү формула боюнча эсептешет:

$$A_{an,inc} = \frac{Q - 0,3N_{an}^{t}}{R_s}, \qquad (В.7)$$

мында $A_{an,inc}$ – жантык анкерлердин туура кесилиштеринин суммардык аянты;

N_{an}^{t} – (В.4) формуласы боюнча.

Ошол эле учурда, (В.3) формуласы боюнча аныкталуучу жылыштыруучу күчтүн 0,1 барабар болгон Q_{an} маанилеринде (В.1) формуласы боюнча эсептелип чыгылуучу нормалдык анкерлер орнотулушу зарыл.

В.3 Калтырма тетиктерге жүктөмдөрдү өткөрүп берүүчү ширетилген элементтери менен ширетилме калтырма тетиктердин конструкциясы кабыл алынган эсептик сөлөкөткө ылайык анкердик өзөктөрдүн ишке киришүүсүн камсыз кылуусу абзел. Жартактарды жана фасондуу жаймаларды жулуучу күчкө эсептөөдө алар нормалдык анкердик өзөктөр менен дошполуу бириктирилген деп кабыл алынат.

Мындан сырткары, анкерлер тавр түрүндө ширетилген калтырма тетиктин жартагынын калыңдыгы t төмөнкү шарттан текшерилиши зарыл

$$t \geq 0,25 d_{an} \frac{R_s}{R_{sq}}, \qquad (В.8)$$

мында d_{an} – эсеп боюнча талап кылынуучу анкердик өзөктүн диаметри;

R_{sq} – болоттун кыюуга эсептик каршылык көрсөтүүсү.

Жартакты ишке киргизүүнүн чоң чөлкөмүн камсыз кылуучу ширетилме бирикмелердин типтери үчүн андан анкердик өзөктү суурууда жана тиешелүү негиздөөдө жартактын калыңдыгын азайтуу үчүн (В.8) шартына өзгөртүүлөрдү киргизүүгө мүмкүн болот.

Жартактын калыңдыгы ошондой эле ширетүү боюнча технологиялык талаптарды канааттандыруусу зарыл.

В.4 Калтырма тетиктин жалпак элементтерине ширетилген баардык нормалдык же жантык анкерлерде чоюучу күчтөнүүлөрдүн болуусунда тиешелүү жулуу беттери боюнча бетондун жулууга бекемдигин камсыз кылууну караштыруу керек болот.

Эгерде анкерлердин учтары темир-бетон конструкциясынын калтырма тетиктин карама-каршысындагы кырынын жанында жайгашкан узатасынан багытталган арматуранын ары жагына киргизилген болсо, ал эми анкерлерди бекемдөө жартак же кыска кесинди түрүндө узатасынан багытталган арматуранын (диаметри 20 мм кем эмес – симметриялык илинишүүдө, 25 мм кем эмес – симметриялуу эмес илинишүүдө) өзөктөрүнө илинишип турса жулууга эсептөөнү жүргүзбөй коюуга жол берилет. Бул учурда анкерлердин четки катарларынын ортосундагы темир-бетон конструкциясынын участогу тиешелүү туурасынан багытталган күчтүн аракетине текшерилет.

Жылыштыруучу күчтүн калтырма тетикке темир-бетон конструкциясынын четин көздөй аракет этүүсүндө бетондун жулууга бекемдигин караштыруу керек болот.

Г тиркемеси

Жубасталган механикалык бирикмелердин бириктиргич кошкучтарын эсептөө

Г.1 Арматуранын жубасталган механикалык бирикмелери менен кандай гана мезгилдүү профилде болбосун А400 А800 классындагы арматуралык жаймаларды бириктирүүгө жол берилет. Жылмакай профилдеги арматуралар үчүн жубасталган бирикмелерди колдонууга жол берилбейт.

Г.2 Бириктирүүчү кошкучтар үчүн материал катары ысык деформацияланган же муздак деформацияланган жиксиз түтүктөрдү (МАСТ 8731 боюнча техникалык талаптар, МАСТ 8732 боюнча сортамент) же тегерек ысык жайылган жайманы (МАСТ 535 боюнча техникалык талаптар жана МАСТ 2590 боюнча сортамент) пайдаланышат. Бириктирүүчү кошкучтар үчүн материал катары МАСТ 1050 боюнча 10, 15 маркадагы болотту; МАСТ 380 боюнча Ст.2 же Ст.3 колдонушат. Кысуучу жабдуунун ресурсунун төмөндөшүн эсепке алуу менен МАСТ 1050 боюнча 20 маркадагы болоттон кошкучтарды колдонууга жол берилет.

Г.3 Жубасталган бирикмелер алардын бекемдигин жана сынуу мүнөздөрүн аныктоочу параметрлерге шайкеш келүүсү абзел.

Г.3.1 Бириктирүүчү кошкучтун жубастоого чейинки туурасынан кесилишинин аянты F_M бириктирилүүчү арматуранын жана кошкучтун чоюлуудагы ченемдик каршылык көрсөтүүлөрүнүн маанилери боюнча тең бекемдик шартынан улам дайындалат:

$$F_M = \frac{\sigma_{B,S} \cdot F_S}{\sigma_{B,M}}, \qquad (Г.1)$$

мында $\sigma_{B,M}$, $\sigma_{B,S}$ – бириктирүүчү кошкучтун жана арматура жаймасынын материалдарынын аларды даярдоого стандарттар боюнча убактылуу каршылык көрсөтүүлөрүнүн ченемдик маанилери.

Г.3.2 Кошкучтардын материалынын ченемдик маанилеринин $\sigma_{B,M}$ ордуна тажрыйбалык жол менен аныкталуучу алардын факт жүзүндөгү маанилерин кабыл алууга жол берилет.

Г.3.3 Бириктирүүчү кошкучтун жубастоого чейинки узундугу l_0 төмөнкү шарттардан улам тандалып алынат:

- жубастоо ыкмасы. Арматурадагы бириктиргич кошкучтун жубастоосу орто аралыктары жана орто аралыктарсыз кошкучту көп жолу кысуу менен

жүргүзүлүшү мүмкүн (Г.1-сүрөт). Орто аралыктары менен жубастоодо кысуулардын ортосундагы жылчыкты 2ден 5 мм чейин кабыл алышат;

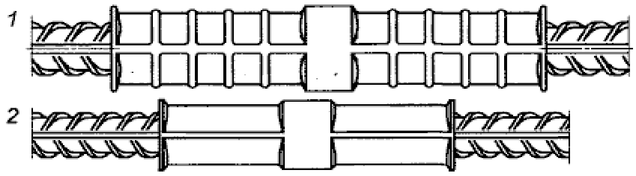
- А400 жана А500 классындагы арматуралардын жубасталган бирикмелери үчүн кошкучтун материалын талап кылынган кесүү күчтөнүүсүн камсыз кылуу үчүн бириктирүүчү кошкучтун кысылган бөлүгүнүн мааниси $5d_H$ кем болбоого тийиш (кошкучтун ар бир тарабынан $2{,}5d_H$), мында d_H – бириктирилүүчү арматуранын номиналдык диаметри).

Г.3.4 Орто аралыксыз кысуудагы кошкучтун узундугу төмөнкү формула боюнча тандалат

$$l_0 = (4{,}5 \cdot d_H + 4) \cdot 0{,}9\ , \qquad (Г.2)$$

мында d_H – сантиметр менен.

Орто аралыксыз кысууда кысуу кийинки кысууну мурункусуна бир аз кабаттоо менен жүргүзүлөт.



Г.1-сүрөт. Бириктирүүчү кошкучту көп жолу туурасынан деформациялоо менен мобилдик жабдууда курулуш шартында даярдалган жубасталган улама
1– орто аралыктары менен; *2* – орто аралыктарсыз

Г.3.5 Орто аралыктары менен кысуудагы кошкучтун узундугу төмөнкү формула боюнча тандалат

$$l_0 = (n \cdot l_i + (n-1) \cdot a + 4\,) \cdot 0{,}95\ , \qquad (Г.3)$$

мында n – жубастын кысууларынын саны;

l_i – жубастын бир кысуусундагы калтырган тагынын жазылыгы, см, колдонулуучу жабдууга жараша пуансондордун жумушчу бөлүгүнүн жазылыгы боюнча аныкталат;

a – кысуулардын кабыл алынуучу ортосунун мааниси, см.

Кысуулардын жалпы саны n төмөнкү шарттан аныкталат

$$n \cdot l_i > 4{,}5d_H \qquad (Г.4)$$

Г.3.6 Арматуранын жубасталган бирикмелеринин кошкучунун ички диаметри төмөнкү шарттан тандалып алынат: кошкучтун жана бириктирилүүчү арматуранын ортосундагы суммардык жылчык $d_{ВН,М}$ – $d_{MAX,S}$ бириктирилүүчү

арматуранын диаметрине көз карандысыз 4 мм чоң болбоого тийиш, мында $d_{BH,M}$ – кошкучтун ички диаметри, $d_{MAX,S}$ – арматуранын кырлары боюнча туура кесилишинин факт жүзүндөгү максималдуу тыш өлчөмдүк өлчөмү.

Г.3.7 Кепилденген чыдамдуулугу менен арматуранын жубасталган бирикмелери үчүн чыдамдуулук боюнча талаптарды кепилдүү камсыздоо үчүн кошкуч жана арматуранын бириктирилүүчү өзөктөрүнүн ортосундагы жубасталууга чейинки факт жүзүндөгү жылчыкты $d_{BH,M} - d_{MAX,S}$ арматуранын диаметринен көз карандысыз түрдө 2 мм кем эмес кылып кабыл алуу керек.

Г.4 Туурасынан деформациялануу же созуу күчтөнүүлөрүнүн мааниси колдонулуучу жабдууга карата кабыл алынат жана ал кысуудан кийин кошкучтун талап кылынган узаруусун кепилдөөсү шарт.

Г.5 Кошкучтардын тандалып алынган геометриялык өлчөмдөрү милдеттүү түрдө сынамык үлгүлөрдү – ар бир түрүнөн жана тип өлчөмүнөн 3 даанадан кем эмес кылып, чоюлууга эксперименттик сыноо аркылуу текшерилиши зарыл. Бирикмелердин сыналган үлгүлөрү Г.1 таблицасынын талаптарына шайкеш келүүсү абзел. Жубасталган бирикмелердин сынуусунда арматура өзөгүнүн кошкучтан суурулуусуна жол берилбейт. Кошкучтун кысылган бөлүгүнүн суммардык өлчөмүнүн 4,5d_H маанисинен кичирейүүсүнө жол берилбейт.

Г.6 Кошкучтардын дубалчаларынын калыңдыгын тандоодо дубалчанын калыңдыгынын жукалыгы арматуранын мезгилдүү профилинин керүүсүнүн каршылык көрсөтүүсүнө кошкучтун жеткиликтүү ийкемсиздиги камсыз болбой калат. Кошкучтун дубалчасынын олуттуу калыңдыгында сапаттуу жубастоону ишке ашыруу үчүн жубастоочу жабдуунун кысуу күчтөнүүсү жетишсиз болуп калуусу ыктымал.

Г.7 Кошкучтардын эсептөөлөрдө алынган өлчөмдөрүнө же параметрлеринин маанилерине таасын жабдууну колдонуу менен даярдалган сынамык уламаларды чоюлууга жана бириктиргич кошкучтарды анын калыңдыгын жана жалпы узундугун сыноолордун жыйынтыктары боюнча түзөтүүлөрдү киргизүүгө жол берилет.

Г.8 А800 жана андан жогорку класстагы арматура үчүн жубасталган бирикмелердин кошкучтарынын геометриялык өлчөмдөрү жубастоочу жабдуунун мүмкүнчүлүктөрүн эске алуу менен эксперименттик түрдө негизделиши зарыл.

Г.9 А400, А500 и А600 классындагы арматуралар үчүн жубасталган бирикмелердин 10 маркасындагы болоттон даярдалган кошкучтардын өлчөмдөрү Г.1 таблицасында келтирилген.

Г.1 таблицасы

Улаштыры-луучу арматуранын классы	Бириктири-лүүчү арматуранын диаметри d_H, мм	Бириктиргич кошкучтардын геометриялык өлчөмдөрү		
		узундугу l_0, мм	дубалчасы-нын калыңдыгы t, мм	сырткы диаметри $d_M^{\pm 2}$, мм
		кем эмес		
А400, А500	16	$8d_H$ орто аралыктары менен көп жолу жубастоодо	4,5	28,5
	18		5	32
	20		5,5	35
	22		6	39
	25		8	43,5
	28		9	49
	32		10	55,5
	36		11	62
	40		12	69,5
А600	16	$9d_H$ орто аралыктары менен көп жолу жубастоодо	6	32
	18		6,5	36
	20		7,5	40
	22		8,5	45
	25		10	48
	28		11	56
	32		12	63
	36		13	68
	40		14	75

Д тиркемеси

Бетон жана арматуранын мүнөздөмөлөрү

Д.1 Бетон жана темир-бетон конструкциялары үчүн Д.1-Д.4 таблицаларында келтирилген класстардагы жана маркалардагы бетондор каралышы керек.

Д.1 таблицасы

Бетон	Бетондун кысуу күчү боюнча класстары	
Оор бетон	В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60; В70; В80; В90; В100	
Чыңалтуучу бетон	В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60; В70	
Майда дандуу бетондун топтору:		
А – табигый катууланган же атмосфералык басымда жылуулук менен иштетилген	В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40	
Б – автоклавда иштетилген	В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60	
Орточо тыгыздыгы боюнча жеңил бетондун маркалары:		
D800, D900	В2,5; В3,5; В5; В7,5	
D1000, D1100	В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5	
D1200, D1300	В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20	
D1400, D1500	В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30	
D1600, D1700	В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40	
D1800, D1900	В15; В20; В25; В30; В35; В40	
D2000	В25; В30; В35; В40	
Яяейкалуу орто тыгыздыктагы бетон маркалары:	Автоклавдуу	Автоклавдуу эмес
D500	В1,5; В2; В2,5	-
D600	В1,5; В2; В2,5; В3,5	В1,5; В2
D700	В2; В2,5; В3,5; В5	В1,5; В2; В2,5
D800	В2,5; В3,5; В5; В7,5	В2; В2,5; В3,5
D900	В3,5; В5; В7,5; В10	В2,5; В3,5; В5
D1000	В7,5; В10; В12,5	В5; В7,5
D1100	В10; В12,5; В15; В17,5	В7,5; В10
D1200	В12,5; В15; В17,5; В20	В10; В12,5
Орточо тыгыздыгы боюнча ячейкалуу бетондун маркалары:		
D800, D900, D1000	В2,5; В3,5; В5	
D1100, D1200, D1300	В7,5	
D1400	В3,5; В5; В7,5	

Э с к е р т ү ү – ушул курулуш ченемдеринде "жеңил бетон" жана "көңдөйлөнгөн бетон" атоолору тиешелүүлүгүнө жараша тыгыз түзүмдүү жеңил бетонду жана көңдөйлөнгөн түзүмдүү жеңил бетонду (көңдөйлөө даражасы 6%дан жогору) белгилөө үчүн колдонулат.

Д.2 таблицасы

Бетон	Бетондун суукка туруктуулугу боюнча маркасы
Оор, анын ичинде чыңалтуучу жана майда дандуу бетондор	Биринчи базалык усул боюнча: $F_1$50; $F_1$75; $F_1$100; $F_1$150; $F_1$200; $F_1$300; $F_1$400; $F_1$500; $F_1$600; $F_1$800; $F_1$1000 Экинчи базалык усул боюнча: $F_2$100; $F_2$150; $F_2$200; $F_2$300; $F_2$400; $F_2$500
Жеңил бетон	Биринчи базалык усул боюнча: $F_1$25; $F_1$35; $F_1$50; $F_1$75; $F_1$100; $F_1$150; $F_1$200; $F_1$300; $F_1$400; $F_1$500; $F_1$600; $F_1$800; $F_1$1000
Көңдөйлөнгөн бетон	Биринчи базалык усул боюнча: $F_1$50; $F_1$75; $F_1$100; $F_1$150; $F_1$200; $F_1$300; $F_1$400; $F_1$500
Ячейкалуу бетон	F15; F25; F35; F50; F75; F100

Д.3 таблицасы

Бетон	Бетондун суу өткөрүмдүүлүгү боюнча маркасы
Оор, анын ичинде чыңалтуучу, майда дандуу бетон	W2; W4; W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20
Жеңил бетон	W2; W4; W6; W8; W10; W12

Д.4 таблицасы

Бетон	Бетондун орточо тыгыздыгы
Жеңил бетон	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400; D1500; D1600; D1700; D1800; D1900; D2000
Көңдөйлөнгөн бетон	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D 1400
Ячейкалуу бетон	D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D 1200

Д.2 Бетондун каршылык көрсөтүүлөрүнүн эсептик маанилери R_b , R_{bt} , $R_{b\ ser}$, $R_{bt\ ser}$ (тегеректөө менен) бетондун октук кысылууга жага чоюлууга бекемдиги боюнча классына жараша төмөндө келтирилген: Д.5-таблицасында – чектик абалдардын биринчи тайпасы, Д.6-таблицасында – экинчи тайпасы үчүн.

Д.5 таблицасы

Каршылык көрсөтүүнүн түрү	Бетон	Бетондун кысылууга бекемдиги боюнча класстарында бетондун ченемдик каршылык көрсөтүүлөрү R_{bn}, $R_{bt,n}$ жана чектик абалдардын экинчи тайпасы үчүн бетондун эсептик каршылык көрсөтүүлөрү $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$, МПа																					
		B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Октук кысууга (призмалык бекемдик) R_{bn} жана $R_{b,ser}$	Оор, майда дандуу жана чыңалтуучу	-	-	-	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11	15	18,5	22	25,5	29	32	36	39,5	43	50	57	64	71
	Жеңил	-	-	1,9	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11	15	18,5	22	25,5	29	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ячейкалуу	1,4	1,9	2,4	3,3	4,6	6,9	9,0	10,5	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Октук чоюлууга $R_{bt,n}$ жана $R_{bt,ser}$	Оор, майда дандуу жана чыңалтуучу	-	-	-	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,10	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10	2,25	2,45	2,60	2,75	3,00	3,30	3,60	3,80
	Жеңил	-	-	0,29	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,10	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ячейкалуу	0,22	0,26	0,31	0,41	0,55	0,63	0,89	1,00	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Э с к е р т ү ү л ө р

1. Каршылык көрсөтүүлөр орточо нымдуулугу 10% ячейкалуу бетон үчүн берилген.

2. Дандуулук модулу 2,0 жана андан кичине майда дандуу бетондор, ошондой эле майда көңдөйлүү толуктагычтуу жеңил бетондор үчүн эсептик каршылык көрсөтүүлөрдүн $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$, маанилерин 0,8 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен кабыл алуу зарыл.

3. Көңдөйлөнгөн бетон, ошондой эле көптүрүлгөн перлит кумдуу керамзитперлитбетон үчүн каршылык көрсөтүүлөрдүн $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ маанилерин жеңил бетондукундай эле 0,7 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен кабыл алуу зарыл.

4. Чыңалтуучу бетон үчүн, $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ маанилерин 1,2 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен кабыл алуу керек.

Д.6 таблицасы

Каршылык көрсөтүү-нүн түрү	Бетон	Бетондун кысылууга бекемдиги боюнча класстарында чектик абалдардын биринчи тайпасы боюнча бетондун эсептик каршылык көрсөтүүлөрү R_b, R_{bt}, МПа																					
		B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Октук кысылууга (призма-лык бекемдик) R_b	Оор, майда дандуу жана чыңалтуу-чу	-	-	-	2,1	2,8	4,5	6,0	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5	30,0	33,0	37,0	41,0	44,0	47,5
	Жеңил	-	-	1,5	2,1	2,8	4,5	6,0	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ячейкалуу	0,95	1,3	1,6	2,2	3,1	4,6	6,0	7,0	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Октук чоюлууга R_{bt}	Оор, майда дандуу жана чыңалтуучу	-	-	-	0,26	0,37	0,48	0,56	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,10	2,15	2,20
	Жеңил	-	-	0,20	0,26	0,37	0,48	0,56	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ячейкалуу	0,09	0,12	0,14	0,18	0,24	0,28	0,39	0,44	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Э с к е р т ү ү л ө р

1. Каршылык көрсөтүүлөр орточо нымдуулугу 10% ячейкалуу бетон үчүн берилген.

2. Дандуулук модулу 2,0 жана андан кичине майда дандуу бетондор, ошондой эле майда көңдөйлүү толуктагычтуу жеңил бетондор үчүн эсептик каршылык көрсөтүүлөрдүн $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$, маанилерин 0,8 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен кабыл алуу зарыл.

3. Көңдөйлөнгөн бетон, ошондой эле көптүрүлгөн перлит кумдуу керамзитперлитбетон үчүн каршылык көрсөтүүлөрдүн $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ маанилерин жеңил бетондукундай эле 0,7 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен кабыл алуу зарыл.

4. Чыңалтуучу бетон үчүн, $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ маанилерин 1,2 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен кабыл алуу керек.

5. B70-B100 класстарындагы оор бетондор үчүн октук кысылууга R_b жана октук чоюлууга R_{bt} каршылык көрсөтүүнүн эсептик маанилери $\gamma_{b,br}$=(360-B)/300 барабар болгон, мында B – бетондун классы, жылышуучулук деформациянын азайышы менен байланышкан жогорку бекемдиктеги бетондордун морттулугунун жогорулашын эсепке алуучу кошумча төмөндөтүүчү көмөк чоңдукту эсепке алуу менен кабыл алынган.

Д.7 таблицасы

Айлана-чөйрөнүн абасынын салыштырмалуу нымдуулугу, %	Оор бетондун төмөнкү класстарындагы бетондун жылышуучулук көмөк чоңдугунун $\varphi_{b,cr}$ мааниси										
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60-B100
75тен жогору	2,8	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1 , 0
40-75	3,9	3,4	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1 , 4
40тан төмөн	5,6	4,8	4,0	3,6	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2 , 0
Эскертүү – Айлана-чөйрөнүн абасынын салыштырмалуу нымдуулугун КР СНиП боюнча курулуш району үчүн эң жылуу айдын орточо айлык салыштырмалуу нымдуулугу катары кабыл алышат.											

Д.8 таблицасы

Каршылык көрсөтүүнүн түрү	Бетон	Бетондун октук чоюлууга бекемдиги боюнча төмөнкү класстарында чектик абалдардын биринчи тайпасы үчүн бетондун карышылык көрсөтүүлөрүнүн R_{bt} эсептик маанилери, МПа						
		B_t 0,8	B_t 1,2	B_t 1,6	B_t 2,0	B_t 2,4	B_t 2,8	B_t 3,2
Октук чоюлуу R_{bt}	Оор, майда дандуу, чыңалтуучу жана жеңил	0,62	0,93	1,25	1,55	1,85	2,15	2, 45

Д.3 Керек учурларда бетондун бекемдик мүнөздөмөлүрүнүн маанилерин конструкциядагы бетондун иштөө өзгөчөлүгүн (жүктөмдүн мүнөзүн, айлана-чөйрөнү шарттарын д.у.с.) эсепке алуучу төмөнкү иштөө шарттары көмөк чоңдугуна γ_{bi} көбөйтүшөт:

а) γ_{b1} – бетон жана темир-бетон конструкциялары үчүн, каршылык көрсөтүүлөрүнүн эсептик маанилерине киргизилүүчү жана статикалык жүктөмдүн аракет этүү узактыгынын таасирин эсепке алуучу;

γ_{b1} = 1,0 – бардык жүктөмдөрдүн аракет этүүсүндө, кыска мөөнөттүү жүктөмдөрдү кошо эсептегенде;

γ_{b1} = 0,9 – туруктуу жана узак мөөнөттүү жүктөмдөрдүн аракет этүүсүндө (ячейкалуу жана көзөнөктүү бетондор үчүн γ_{b1}=0,85);

б) γ_{b2} – бетон конструкциялары үчүн, каршылык көрсөтүүнүн эсептик маанилерине R_b киргизилүүчү жана мындай конструкциялардын сынуу мүнөздөрүн эсепке алуучу, γ_{b2} =0,9;

в) γ_{b3} – бетондоо катмарынын калыңдыгы 1,5 метрден ашкан тик абалда бетондолуучу бетон жана темир-бетон конструкциялары үчүн бетондун каршылык көрсөтүүсүнүн эсептик маанисине R_b киргизилүүчү, γ_{b3} =0,85;

г) γ_{b4} – ячейкалуу бетондор үчүн, бетондун каршылык көрсөтүүсүнүн эсептик маанисине R_b киргизилүүчү:

γ_{b4}=1,00 – ячейкалуу бетондун нымдуулугу 10% же андан аз болгондо;

γ_{b4}=0,85 – ячейкалуу бетондун нымдуулугу 25% ашык болгондо;

интерполяция боюнча – ячейкалуу бетондун нымдуулугу 10% ашык жана 25% аз болгондо.

Алмак-салмак тоңдуруунун жана эритүүнүн, ошондой эле терс температуралардын таасирин бетондун иштөө шарттары көмөк чоңдугу $\gamma_{b5}\leq1{,}0$ эсепке алынат. Суук мезгилде минус 40^0 С жана андан жогору болгон сырткы абанын эсептик температурасында айлана-чөйрөнүн атмотопчөйрөлүк таасирине дуушар болуучу жер үстүндөгү конструкциялар үчүн көмөк чоңдукту γ_{b5}=1,0 кылып кабыл алышат. Калган учурларда көмөк чоңдуктун мааниси конструкциянын арналышына жана айлана-чөйрөнүн шарттарына жараша атайын көрсөтмөлөргө ылайык кабыл алынат.

Д.4. Кысылууда жана чоюлууда бетондун баштапкы серпилгичтүүлүк модулунун маанисин бетондун кысылууга бекемдиги боюнча классына В жараша Д.9 таблицасына ылайык кабыл алынат. Бетондун жылышуу модулунун маанисин 0,4 E_b барабар кылып кабылдашат.

Д.5 А240…А500, В500 класстарындагы арматуралар үчүн R_{sw} эсептик маанилери Д.11 таблицасында келтирилген. Бардык класстардагы туурасынан багытталган арматура үчүн каршылык көрсөтүүнүн эсептик маанилерин R_{sw} 300 МПа ашырбай кабыл алуу зарыл.

Д.9 таблицасы

Бетон	Бетондун кысылууга бекемдиги боюнча төмөнкү класстарында кысылууда жана чоюлууда бетондун серпилгичтүүлүгүнүн баштапкы модулунун E_b, МПа · 10^{-3} маанилери																				
	B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Оор	-	-	-	9,5	13,0	16,0	19,0	21,5	24,0	27,5	30,0	32,5	34,5	36,0	37,0	38,0	39,0	39,5	41,0	42,0	42,5	43
Майда дандуу төмөнкү тайпалардагы:																						
А - табигый катууланудагы	-	-	-	7,0	10	13,5	15,5	17,5	19,5	22,0	24,0	26,0	27,5	28,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Б - автоклавдык катуулануудагы	-	-	-	-	-	-	-	-	16,5	18,0	19,5	21,0	22,0	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	-	-	-	-
Жеңил жана көңдөйлөнгөн, орточо тыгыздыгы боюнча төмөнкү маркалардагы:																						
D800	-	-	4,0	4,5	5,0	5,5																
D1000	-	-	5,0	5,5	6,3	7,2	8,0	8,4														
D1200	-	-	6,0	6,7	7,6	8,7	9,5	10,0	10,5													
D1400	-	-	7,0	7,8	8,8	10,0	11,0	11,7	12,5	13,5	14,5	15,5										
D1600	-	-	-	9,0	10,0	11,5	12,5	13,2	14,0	15,5	16,5	17,5	18,0									
D1800	-	-	-	-	11,2	13,0	14,0	14,7	15,5	17,0	18,5	19,5	20,5	21,0								
D2000	-	-	-	-	-	14,5	16,0	17,0	18,0	19,5	21,0	22,0	23,0	23,5								

Д. 9 таблицасынын уландысы

Автоклавдык катуулануудагы ячейкалуу, орточо тыгыздыгы боюнча төмөнкү маркалардагы:																						
D500	1 ,4																					
D600	1 ,7	1 ,8	2,1																			
D700	1 ,9	2,2	2,5	2,9																		
D800			2,9	3,4	4,0																	
D900				3,8	4,5	5,5																
D1000					5,0	6,0	7,0															
D1100						6,8	7,9	8,3	8,6													
D1200							8,4	8,8	9,3													

Э с к е р т ү ү л ө р

1. Жылуулук же атмотопчөйрөлүк иштетүүгө дуушар кылынган А тайпасындагы майда дандуу бетон үчүн бетондун серпилгичтүүлүгүнүн баштапкы модулунун маанисин 0,89 көмөк чоңдугу менен кабыл алынышы керек.

2. Жеңил, ячейкалуу жана көңдөйлөнгөн бетондор үчүн бетондун тыгыздыгынын орто аралык маанилеринде серпилгичтүүлүктүн баштапкы модулдарын сызыктуу интерполяция боюнча кабыл алышат.

3. Автоклавдык эмес катууланууучу ячейкалуу бетон үчүн маанилер автоклав менен катууланууучу бетондукундай эле кылып, 0,8 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен кабыл алынат.

Д.10 таблицасы

Арматуранын классы	Чектик абалдардын биринчи тайпасы үчүн арматуранын каршылык көрсөтүүсүнүн маанилери, МПа	
	чоюлууга R_s	кысылууга R_{sc}
А240	210	210
А400	340	340
А500	435	435(400)
А600	520	470(400)
А800	695	500(400)
А1000	870	500(400)
В500	415	415(380)
Вр500	415	390(360)
Вр1200	1000	500(400)
Вр1300	1100	500(400)
Вр1400	1170	500(400)
Вр1500	1250	500(400)
Вр1600	1340	500(400)
К1400	1170	500(400)
К1450	1200	500(400)
К1500	1250	500(400)
К1550	1350	500(400)
К1650	1435	500(400)
К1750	1515	500 (400)
К1850	1600	500 (400)
К1900	1670	500 (400)

Э с к е р т ү ү – R_{sc} кашаанын ичиндеги маниилерин жүктөмдүн кыска мөөнөткө аракет этүүсүнө эсептөөдө гана колдонушат.

Д.11 таблицасы

Арматуранын классы	Чектик абалдардын биринчи тайпасы үчүн туурасынан багытталган арматуралардын (байламталардын, ийилген арматуралардын) чоюлууга каршылык көрсөтүүлөрүнүн эсептик маанилери, МПа
А240	170
А400	280
А500	300
В500	300

Е тиркемеси

Алдын ала чыңалган темир-бетон конструкциялары

Е.1 Арматураны алдын ала чыңалтуу

Е.1.1 Арматуранын алдын ала чыңалуусу σ_{sp} ысык жайылган жана ысык жайылып катууланган арматуралар үчүн $0,9R_{s,n}$ жана муздак деформацияланган, арматура зым аркандары үчүн $0,8R_{s,n}$ ашык эмес кылып кабыл алынат.

Е.1.2 Алдын ала чыңалган конструкцияларды эсептөөдө алдын ала чыңалуунун жоготууларынын натыйжасында алдын ала чыңалуунун азайышын эсепке алуу керек – чыңалуу күчүн бетонго өткөрүп берүү аяктаганга чейин (биринчи жоготуу) жана чыңалуу күчүн бетонго өткөрүп бергенден кийин (экинчи жоготуу).

Арматураны таяныччтарга кергенде төмөнкүлөрдү эсепке алуу керек:

- биринчи жоготуулар – арматурадагы алдын ала чыңалуунун релаксациясынан, конструкцияларды термикалык иштетүүдө температуранын айырмасынан, анкерлердин деформациясынан жана форманын (таяныччтардын) деформациясынан;
- экинчи жоготуулар – бетондун жыйрылуусунан жана жылышуусунан.

Арматураны бетонго тартканда төмөнкүлөрдү эске алуу керек:

- биринчи жоготуулар – анкерлердин деформациясынан, арматуранын каналдын дубалдарына же конструкциянын бетине сүрүлүшүнөн;
- экинчи жоготуулар – арматурадагы алдын ала чыңалуунун релаксациясынан, бетондун жырылуусунан жана жылышуусунан.

Е.1.3 Арматуранын чыңалуусунун релаксациясынан жоготууларын $\Delta\sigma_{sp1}$ төмөнкү формулалар боюнча аныкташат:

арматуранын А600-А1000 класстарындагы арматуралар үчүн төмөнкү чоюу ыкмаларында:

$$\text{механикалык - } \Delta\sigma_{sp1} = 0,1\sigma_{sp} - 20; \qquad (Е.1)$$

$$\text{электротермикалык - } \Delta\sigma_{sp1} = 0,03\sigma_{sp}; \qquad (Е.2)$$

B_p1200- B_p1600 класстарындагы арматуралар, ошондой эле К1400 жана К1500 класстарындагы арматура зым аркандары үчүн механикалык чоюуу ыкмасында:

$$\Delta\sigma_{sp1} = (0,22\frac{\sigma_{sp}}{R_{s,n}} - 0,1) \cdot \sigma_{s,p}, \qquad (Е.3)$$

К1400-К1900 класстарындагы стабилдештирилген арматуралык зым аркандар үчүн механикалык чоюуу ыкмасында:

$$\Delta\sigma_{sp1} = 1{,}5 \cdot r \cdot \sigma_{sp}, \tag{E.4}$$

мында σ_{sp}, МПа, жоготууларсыз кабыл алынат.

r - релаксация көрсөткүчү, ал даярдоочунун берилмеси боюнча жүктөмдүн 1000 саатка барабар аракет этүү мөөнөтүндө жана 20°С температурада факт жүзүндөгү үзүүчү күчтөнүүнүн 70% барабар баштапкы жүктөмүндө кабыл алынат; даярдоочунун берилмелери жок болгон учурларда релаксациянын көрсөткүчүн эсептөөлөрдө σ_{sp}=0,7R_{sn} маанисинде 2,5%, σ_{xp} = 0,7R_{sn} маанисинде 1% барабар кылып кабыл алышат, ал эми орто аралык маанилерде интерполяция боюнча аныкташат.

$\Delta\sigma_{sp1}$ терс маанилеринде $\Delta\sigma_{sp1}$= 0 деп алышат.

Арматуранын релаксациясы жөнүндө так маалыматтар болгондо релаксациядан жоготуулардын башка маанилерин кабыл алууга жол берилет.

Е.1.4 Ысытуу чөлкөмүндөгү керилген арматуранын температурасынын жана бетонду ысытууда керүү күчтөнүүсүн кабыл алуучу түзмөктүн температурасынын айырмасы катары аныкталуучу температуранын айырмачылыгынан Δt, °С жоготууларды төмөнкүгө барабар кылып алышат

$$\Delta\sigma_{sp2} = 1{,}25\Delta t \tag{E.5}$$

Температуралардын айырмачылыгы тууралуу так маалымат жок болгон учурда Δt =65°С кабыл алууга жол берилет.

Конструкцияны температуралык иштетүү тууралуу так маалыматтар болгондо температуранын айырмасынан жоготуулардын башка маанилерин кабыл алууга жол берилет.

Е.1.5 Арматураны формага бир убакта эмес керүүлөрүндө болоттон даярдалган форманын (таянычтардын) деформацияларынан жоготууларды $\Delta\sigma_{sp3}$ төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$\Delta\sigma_{sp3} = \frac{n-1}{2n} \cdot \frac{\Delta l}{l} E_s \tag{E.6}$$

мында n – бир убакта эмес керилген өзөктөрдүн (өзөктөр топтомунун) саны;

Δl - арматураны керүү күчтөнүүсүнүн аракет этүү сызыгы боюнча таянычтардын жакындашуусу, форманын деформациясын эсептөөдөн аныкталат;

l – таянычтардын сырткы кырларынын ортосундагы аралык.

Форманын конструкциясы жана даярдоо технологиясы жөнүндө маалыматтар жок болгон учурда $\Delta\sigma_{sp3}$ =30 МПа кабыл алууга жол берилет.

Арматураны чыңалтуунун электротермикалык ыкмасында форманын деформациясынан жоготуулар эсепке алынбайт.

Е.1.6 Арматураны таянычтарга керүүдө керүүчү түзмөктөрдүн анкерлеринин деформациясынан жоготууларды $\Delta\sigma_{sp4}$ төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$\Delta\sigma_{sp4} = \frac{\Delta l}{l} E_S \qquad (Е.7)$$

мында Δl – анкерлерди кысуу же анкерлердин кыскычтарында өзөктөрдүн жылышуусу (суурулуусу);

l – таянычтардын сырткы кырларынын ортосундагы аралык.

Берилмелер жок болгон учурда Δl =2 мм кабыл алууга жол берилет.

Арматураны чыңалтуунун электротермикалык ыкмасында анкерлердин деформациясынан жоготуулар эске алынбайт.

Е.1.7 Арматураны бетонго керүүдө каналдын дубалдарына же конструкциянын бетине сүрүлүүдөн жоготуулар төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$\sigma_{sp7} = \left(1 - \frac{1}{e^{\omega x + \delta\theta}}\right)\sigma_{sp};$$

мында e – натуралдык логарифмдердин негизи;

δ – 9.1-таблица боюнча кабыл алынуучу арматуранын канал жаратуучулардын дубалдарына (конструкциянын бетине) сүрүлүүчү көмөк чоңдугу;

ω' – арматураны даярдоочулардын тастыктамалары боюнча кабыл алынуучу, өндүрүштө жаралган, арматуранын түз сызыктуу эместигин эсепке алуу көмөк чоңдук, м$^{-1}$. Даярдоочулардын тастыктамалары жок болгон учурда ω' көмөк чоңдугун Е.1-таблицасы боюнча кабыл алышат;

x – керүүчү түзмөктөн эсептик кесилишке чейинки участоктун узундугу, м;

θ – арматуранын огунун бурулуусунун суммардык бурчу;

σ_{sp} – жоготууларды эсепке албастан кабыл алынат.

Е.1 таблицасы

Арматура	Арматура менен тийишүү бетинин түрү	Арматуранын сүрүлүүсүнөн жоготууларды аныктоо үчүн көмөк чоңдуктар	
		ω'	δ
Мезгилдүү профилдеги өзөктүк	Металлдан	0,008	0,40
	Бетондон		0,65
Зым аркандык жана зымдык	Металлдан	0,01 (0,03)	0,35
	Пластиктен		0,20
	Бетондон		0,55
Арматура элементтери	-	0,01	0,10

Э с к е р т ү ү л ө р

1 ω' көмөк чоңдугунун кашаанын ичиндеги мааниси сапаттын биринчи категориясындагы зым аркандарга тиешелүү.

2 Зым аркан же зым арматураларында жана бүктөмөлөнгөн металл беттерде δ көмөк чоңдугун 0,10 га төмөндөтүүгө жол берилет

3 Арматура элементтерин коргоочу майышма материал менен толтурулган пластик кабыкчасында жайгаштырылган К7 жана К 70 зым аркандардан даярдашат (МСТ Р 58386).

Е.1.8 Арматураны таянычтарга керүүдө бетондун жыйрылышынан болгон жоготууларды $\Delta\sigma_{sp5}$ төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$\Delta\sigma_{sp5} = \varepsilon_{b,sh} \cdot E_s \,, \qquad (Е.8)$$

мында $\varepsilon_{b,sh}$ – бетондун жыйрылуусунан болгон деформациялар, алардын маанисин бетондун классына жараша болжол менен төмөнкүлөргө барабар кылып кабыл алууга болот:

0,0002 - В35 жана андан төмөнкү класстагы бетондор үчүн;

0,00025 - В40 классындагы бетон үчүн;

0,0003 - В45 жана андан жогорку класстагы бетондор үчүн.

Атмотопчөйрөлүк басым алдында жылуулук менен иштетилген бетон үчүн бетондун жыйрылуусунан жоготууларды $\Delta\sigma_{sp5}$ (Е.8) формуласы боюнча алынган натыйжаны 0,85 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен эсептешет.

Арматураны бетонго кергенде бетондун жыйрылуусунан жоготууларды $\Delta\sigma_{sp5}$ (Е.8) формуласы боюнча аныкталган натыйжаны бетондун катуулануу шарттарына карабастан 0,75 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен аныкташат.

Бетондун жыйрылуусунан жоготууларды тагыраак усулдар менен аныктоого жол берилет.

Е.1.9 Бетондун жылышуусунан жоготууларды $\Delta\sigma_{sp6}$ төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$\Delta\sigma_{sp6} = \frac{0{,}8 \cdot \alpha \cdot \varphi_{b,cr} \cdot \sigma_{bpj}}{1 + \alpha \cdot \mu_{spj} \cdot \left(1 + \frac{y_{sj}^2 \cdot A_{red}}{I_{red}}\right) \cdot \left(1 + 0{,}8 \cdot \varphi_{b,cr}\right)} \qquad (Е.9)$$

мында $\varphi_{b,cr}$ – бетондун жылышуу көмөк чоңдугу;

σ_{bpj} – чыңалуучу арматуранын каралып жаткан j-топтогу арматура өзөктөрүнүн оордук борборунун деңгээлиндеги бетондогу чыңалуулар;

y_{sj} – чыңалуучу арматуранын каралып жаткан арматура өзөктөр тобунун кесилишинин жана элементтин келтирилген кесилишинин оордук борборлорунун ортосундагы аралык;

A_{red} , I_{red} – элементтин келтирилген кесиилишинин аянты жана анын келтирилген кесилишинин оордук борборуна карата алынган инерциялык моменти;

μ_{spj} - A_{spj}/A барабар болгон арматуралоо көмөк чоңдугу, мында A и A_{spj} – тиешелүү түрдө элементтин жана чыңалуучу арматуранын каралып жаткан өзөктөр тобунун туура кесилиштеринин аянты.

Жылуулук менен иштетилген бетон үчүн жоготууларды (Е.9) формуласы боюнча алынган натыйжаны 0,85 көмөк чоңдугуна көбөйтүү менен эсептешет.

Бетондун жылышуусунан жоготууларды тагыраак усулдар менен аныктоого жол берилет.

σ_{bpj} чыңалууларын бетондун кесилишинин аянтын жана бүткүл узатасынан багытталган арматуранын (чыңалуучу жана чыңалбаган) туура кесилиштеринин аянтын камтыган элементтин келтирилген кесилишин Е.1.11 ылайык арматураны бетонго келтирүү көмөк чоңдугун $\alpha = \frac{E_s}{E_b}$ эске алуу менен серпилгич материалдарды эсептөө эрежелери боюнча аныкташат.

$\sigma_{bpj}<0$ болгондо $\Delta\sigma_{sp6} = 0$ жана $\Delta\sigma_{sp5} = 0$ кылып кабыл алынат.

Арматуранын бетон менен илинишүүсүз конструкциянын узундугун бойлото ийри сызыктуу жайгашышында чыңалууларды (Е.9) формуласы аныктоо үчүн конструкцияны өзүнчө участкаларга бөлүшөт. Ар бир участок үчүн каралып жаткан арматуранын деңгээлиндеги бетондогу кысуучу чыңалууларды серпилгичтүү нерселерди эсептөө эрежелери боюнча аныкташат жана алардын маанисин баардык каралып жаткан участоктордогу чыңалуулардын арифметикалык орточо мааниси катары аныкташат

$$\Delta\sigma_{bpj} = \frac{\sum\sigma_{bi} \cdot l_i}{L} \quad \text{(Е.9а)}$$

мында σ_{bi} - бул участоктун орто кесилиши боюнча аныкталуучу i- участогундагы бетондогу чыңалуу;

l_i–i- участоктун узундугу;

L – каралып жаткан арматуранын чегиндеги конструкциянын толук узундугу.

Бетонго керилүүчү арматуранын конструкциянын узундугу боюнча ийри сызыктуу жайгашуусунда бетондун жылышуусунан жоготууларды эсептөөнү төмөнкү формула боюнча жүргүзүүгө жол берилет

$$\Delta\sigma_{sp6} = \varepsilon_{cp} \cdot E_{sp} \quad \text{(Е.9б)}$$

мында ε_{cp} – чыңалуучу арматуранын туура кесилиштин бийиктигинин ортосунда жайгашкан деңгээлиндеги бетондун салыштырмалуу кыскарышы. ε_{cp} мааниси төмөнкү формула менен аныкталат

$$\varepsilon_{cp} = \frac{\varphi_{b,cr} \cdot \sigma_{bp}}{E_{bp}} \quad \text{(Е.9в)}$$

мында $\varphi_{b,cr}$ – 6.1.16 боюнча аныкталган бетондун жылышуукөмөк чоңдугу.

Конструкцияда бетонго бир убакта эмес керилүүчү бир нече зым аркандан, жогорку бекемдиктеги зым арматуралардан, өзөктөрдөн (же алардын топторунан) турган узатасынан багытталган арматураны колдонууда мурун керилген арматуралардагы, кийин керилгендердеги чыңалуулардын арматуралардагы күчтөнүүлөр аркылуу бетонду серпилгичтүү кысуунун натыйжасында өзгөрүлүүлөрүн (төмөндөө же жогорулоо) эсепке алуу зарыл. Каралып жаткан ар бир арматурадагы (же топтогу) чыңалуулардын өзгөрүүлөрүн төмөнкүгө барабар кылып алышат

$$\Delta\sigma_s = \sum\Delta\sigma_{si} = \sum\frac{\Delta\sigma_{bi} \cdot E_s}{E_{bp}} \quad \text{(Е.9г)}$$

мында $\Delta\sigma_{bi}$ – каралып жаткан мурун керилген арматуранын узундугунда бетондогу орточо чыңалуу, кийин керилүүчү арматуранын ар бир i-тобунун керүү күчүнөн бетондун оордук борборунун деңгээлиндеги. Бул топтордун арматураларындагы чыңалуулардын маанисин биринчи жоготууларды алып салып кабыл алышат.

$\Delta\sigma_s$ эсептелген маанилерин бетонго бир убакта эмес керилген арматуранын ар бир тобу үчүн контролдонуучу чыңалууларды дайындоодо эске алуу керек болот.

Арматураны бетонго бир убакта эмес керүүдө бетонду кысуудан алдын ала чыңалуунун жоготууларын төмөнкү формула боюнча аныктоого жол берилет

$$\Delta\sigma_S = \varepsilon_b \cdot E_{sp} \tag{Е.9д}$$

мында ε_b –бетондун кыскаруусунун орточолонгон деформациясы, төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$\varepsilon_b = \frac{n-1}{2n} \cdot \frac{P}{A_b \cdot E_{bp}} \tag{Е.9е}$$

E_{sp} – алдын ала чыңалган арматуранын серпилгичтик модулу;

n – Е.1.5 кара;

E_{bp} – бетондун өткөрүп берүү бекемдигине шайкеш келген бетондун баштапкы серпилгичтүүлүк модулу;

A_b – алдын ала чыңалган арматуранын кесилишинин аянтын алып салгандан кийин бетондун кысылуучу кесилишинин аянты;

P – керүүдөн кесилиште аракет эткен кысуучу күч.

Е.1.10 Арматуранын алдын ала чыңалуусунун биринчи жоготууларынын толук маанилерин (Е.1.3-Е.1.6) төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$\Delta\sigma_{sp(1)} = \sum_i \Delta\sigma_{spi} \tag{Е.10}$$

мында i – алдын ала чыңалуунун жоготууларынын номуру.

Биринчи жоготууларды эске алуу менен бетонду алдын ала кысуу күчтөнүүсү төмөнкүгө барабар:

$$P_{(1)} = \sum_j \left(A_{spj} \cdot \sigma_{sp(1)j} \right) \tag{Е.11}$$

мында A_{spj} жана $\sigma_{sp(1)j}$ – элементтин кесилишиндеги чыңалуучу арматуранын өзөктөрүнүн j-тобунун кесилишинин аянты жана биринчи жоготууларды эсепке алуу менен топтогу алдын ала чыңалуу

$$\sigma_{sp(1)f} = \sigma_{spj} - \Delta\sigma_{sp(1)f} \quad ,$$

мында σ_{spj} – арматуранын өзөктөрүнүн каралып жаткан тобунун баштапкы алдын ала чыңалуусу.

Арматуранын алдын ала чыңалуусунун биринчи жана экинчи жоготууларынын толук мааниси (Е.1.3-Е.1.8 караңыз) төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$\Delta\sigma_{sp(2)} = \sum_i \Delta\sigma_{\mathrm{spi}} \tag{Е.12}$$

Толук жоготууларды эске алуу менен чыңалуучу арматурадагы күчтөнүү

$$P_{(2)} = \sum_j \left(A_{spj} \cdot \sigma_{sp(2)f} \right) \tag{Е.13}$$

мында $\sigma_{sp(2)j} = \sigma_{spj} - \Delta\sigma_{sp(2)j}$

Конструкцияларды долбоорлоодо элементтин пайдалануудагы кесилишинин чоюлган чөлкөмүндө жайгашкан арматура (негизги жумушчу арматура) үчүн толук суммардык жоготууларды $\Delta\sigma_{sp(2)\,j}$ 100 МПа кем эмес кылып кабыл алуу керек.

Чыңалуулардын толук жоготууларын эсепке алуу менен бетондун алдын ала кысуу күчүн *P* аныктоодо чыңалбаган арматурадагы кысуу чыңалууларын, бул арматуранын деңгээлиндеги бетондун жыйрылуусунан жана жылышуусунан болгон жоготуулардын суммасына сандык жагынан барабар болгон, эсепке алуу керек болот.

Алдын ала чыңалбаган арматуранын деңгээлиндеги алдын ала чыңалбаган арматураны эсепке алуу менен кысуу күчтөнүүсүн аныктоодо бул деңгээлдеги жылышуучулуктан жоготууларды төмөнкүгө барабар кылып алышат $\Delta\sigma_{spj6} \dfrac{\sigma_{bs}}{\sigma_{bp}}$,

мында $\Delta\sigma_{spj6}$ – каралып жаткан алдын ала чыңалбаган арматурага эң жакын жайгашкан чыңалуучу арматуранын өзөктөрү үчүн жылышуучулуктан жоготуулар; σ_{bs} жана σ_{bp} – тиешелүү түрдө каралып жаткан алдын ала чыңалбай турган жана чыңалуучу арматуралардын деңгээлиндеги бетондогу чыңалуулар.

Е.1.11 Биринчи жоготууларды эске алуу менен аныкталуучу алдын ала кысуу күчүн $P_{(1)}$ өткөрүп берүүдөгү бетондогу алдын ала чыңалуу σ_{sp} төмөнкүлөрдөн ашпоого тийиш:

- 0,9R_{bp}, эгерде сырткы жүктөмдөрдүн аракет этүүсүндө чыңалуулар азайса же өзгөрбөсө;
- 0,7R_{bp}, эгерде чыңалуулар сырткы жүктөмдөрдөн көбөйсө.

Бетондогу чыңалууларды σ_{bp} төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$\sigma_{bp} = \frac{P_{(1)}}{A_{red}} \pm \frac{P_{(1)} \cdot e_{0p} \cdot y}{L_{red}} \pm \frac{M \cdot y}{L_{red}} \tag{Е.14}$$

мында $P_{(1)}$ – биринчи жоготууларды эске алуу менен алдын ала кысуу күчтөнүүсү;

M – кысуу стадиясында аракет эткен сырткы жүктөмдөн (элементтин өз салмагынан) ийилтүүчү моменти;

y - кесилиштин оордук борборунан каралып жаткан булага чейинки аралык;

e_{0p}- элементтин келтирилген туура кесилишинин оордук борборуна карата $P_{(1)}$ күчүнүн эксцентриситети.

Е.1.12 Кошумча анкерлөөчү түзмөктөрү жок арматура үчүн бетонго алдын ала чыңалууну өткөрүп берүү чөлкөмүнүн узундугун төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$l_p = \frac{\sigma_{sp} \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s} \tag{Е.15}$$

бирок, ал $10d_s$ жана 200 мм кем эмес, арматура зым аркандары үчүн 300 мм кем болбоого тийиш.

(Е.15) формуласында:

σ_{sp} –биринчи жоготууларды эске алуу менен чыңалуучу арматурадагы алдын ала чыңалуу;

R_{bond} – бетондун өткөрүп берүү бекемдигине туура келүүчү бетон менен чыңалуучу арматуранын илинишүү каршылык көрсөтүүсү;

A_s,u_s – арматура өзөгүнүн кесилиш аянты жана периметри.

Арматурадан бетонго алдын ала чыңалууну өткөрүп берүүнү жай жүргүзүү зарыл.

Е.2 Алдын ала чыңалган темир-бетон конструкцияларынын элементтерин чектик абалдардын биринчи тайпасы боюнча эсептөө

Алдын ала чыңалган темир-бетон элементтерин бекемдик боюнча эсептөө

Жалпы жоболор

Е.2.1 Алдын ала чыңалган элементтерди эсептөөнү пайдалануу стадиясы үчүн сырткы жүктөмдөрдөн ийилтүүчү моменттердин жана туурасынан багытталган күчтөрдүн аракетине жана алдын ала кысуу стадиясы үчүн арматураны алдын ала керүүдөн пайда болгон күчтөнүүлөрдүн, ошондой эле кысуу стадиясында аракет эткен сырткы жүктөмдөрдөн жаралган күчтөнүүлөрдүн аракетине жүргүзүшөт.

Е.2.2 Ийилтүүчү моменттердин аракетинее алдын ала чыңалган элементтерди бекемдик боюнча эсептөөнү алардын узатасынан багытталган огуна нормалдык кесилиштер үчүн жүргүзүү керек.

Нормалдык кесилиштерди бекемдик боюнча эсептөөнү жалпы учурда Е.2.13.-Е.2.15 ылайык сызыктуу эмес деформациялык моделдин негизинде, ошондой эле Е.2.7.-Е.2.12 ылайык чектик күчтөнүүлөрдүн негизинде жүргүзүшөт.

Е.2.3 Бекемдиги боюнча чектик күчтөнүүсү жаракалардын жаралуусу боюнча чектик күчтөнүүсүнөн аз болгон темир-бетон элементтери үчүн узатасынан багытталган арматуранын кесилиш аянты бекемдиги боюнча талап кылынганга салыштырмалуу 15% кем эмес чоңойтулушу керек же жаракалардын жаралуу моментинин аракетине бекемдик боюнча эсептөөнү канааттандырышы зарыл.

Е.2.4 Кысуу стадиясында алдын ала чыңалган элементтерди эсептөөнү Е.2.10-Е2.12 ылайык чектик абалдарда алдын ала кысуу күчтөнүүсү менен борбордон чет кысуудагыдай кылып жүргүзүшөт.

Е.2.5 Туурасынан аракет эткен күчтөрдүн таасирине (жантык кесилиштер боюнча эсептөө) жана жүктөмдүн жергиликтүү аракет этүүсүндө (майышууга жана сындыра басууга) алдын ала чыңалган элементтерди бекемдиги боюнча эсептөөлөрдү 7.2 бөлүмгө ылайык жүргүзүү керек.

Е.2.6 Алдын ала чыңалган элементтерди бекемдик боюнча эсептөөдө Е.1.10 ылайык аныкталуучу алдын ала чыңалуунун мүмкүн болгон четтөөлөрүн чыңалуучу арматуранын каралып жаткан j-өзөгү же өзөктөрүнүн тобу үчүн σ_{spj} (же кысуу күчтөнүүсүнүн P_j) маанилерин γ_{sp} көмөк чоңдугуна көбөйтүү жолу менен эсепке алуу керек.

γ_{sp} көмөк чоңдугунун маанилерин төмөнкүлөргө барабар кылып алышат:

0,9-алдын-ала чыңалуунун жагымдуу таасиринде;

1,1-алдын-ала чыңалуунун жагымсыз таасиринде.

Алдын ала чыңалган элементтерди пайдалануу стадиясында чектик күчтөнүүлөр боюнча ийилтүүчү моменттердин аракетине эсептөө

Е.2.7 Арматуранын бетон менен илинишүүсүндө алдын ала чыңалган элементтердин нормалдык кесилиштерин бекемдик боюнча эсептөөнү Е.2.8, Е.2.9 эске алуу менен 7.2-бөлүмчөгө ылайык жүргүзүү зарыл. Бул учурда эсептөө формулаларындагы A_s жана A'_s кесилиштердин аянттарынын белгилеништерин чыңалуучу дагы, ошондой эле чыңалбоочу дагы арматурага тиешелүү катары кароо керек.

Шарттуу агуу чеги менен чоюлган арматуралар үчүн чыңалууну ξ жана ξ_R катышына жараша R_s ашык алууга жол берилет, бирок 1,1 R_s ден ашык эмес.

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{0{,}8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}} \qquad \text{(E15a)}$$

Е.2.8 Формуладагы ξ_R маанисин 7-бөлүм боюнча кабылдашат, анда чоюлган чөлкөмдөгү арматуранын салыштырмалуу деформациясынын маанилерин төмөнкү формулалар боюнча аныктоо керек:

- шарттуу агуу чеги менен арматуралар үчүн

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_S + 400 - \sigma_{sp}}{E_S} \qquad \text{(Е.16)}$$

мында σ_{sp} - баардык жоготууларды жана γ_{sp}=0,9 эске алуу менен арматурадагы алдын ала чыңалуу; (Е.16) формуласындагы R_s, σ_{sp}, E_s маанилерин МПа менен кабылдашат;

- физикалык агуу чеги менен алдын ала чыңалбаган арматуралар үчүн

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_S}{E_S}$$

Е.2.9 Кысылган чөлкөмдө жайгашкан чыңалуучу арматура үчүн кысылууга эсептик каршылык көрсөтүүсүн R_{sc} төмөнкүчө аныкталуучу σ_{sc} чыңалуусу менен алмаштыруу керек:

500 - σ'_{sp} - бетондун иштөө шарттарынын көмөк чоңдугун γ_{b1}=0,9 эсепке алууда;

400 - σ'_{sp} - γ_{b1}=1,0 эсепке алган учурда.

Мында σ'_{sp} МПа менен кабыл алынат.

σ'_{sp} маанилерин γ_{sp}=1,1 көмөк чоңдугу менен аныкташат.

Баардык учурларда σ_{sc} чыңалуусун R_{sc}. ашык эмес кабыл алышат.

Алдын-ала чыңалган элементтерди алдын ала кысуу стадиясында эсептөө

Е.2.10 Элементти алдын-ала кысуу стадиясында эсептөөдө чыңалуучу арматурадагы күчтөнүү эсептөөгө сырткы узатасынан багытталган күч катары киргизилет

$$N_p = (\sigma'_{sp} - 330)A'_{sp} + \sigma_{sp} \cdot A_{sp} \qquad \text{(Е.17)}$$

мында A'_{sp} жана A_{sp} – тиешелүү түрдө эң кысылган жана чоюлган (азыраак кысылган) кесилиштин чөлкөмдөрүндө жайгашкан чыңалуучу арматуранын кесилиштеринин аянттары;

σ'_{sp} и σ_{sp} – A'_{sp} жана A_{sp} аянттары менен арматурадагы биринчи жоготууларды жана γ_{sp}=1,1 көмөк чоңдугун эске алуу менен алдын ала чыңалуулар. Арматураны бетонго керүү менен алдын ала чыңалтылган элементтер үчүн алдын ала кысуу стадиясында бекемдик боюнча эсептөөнү (Е.17) формуласынын оң жагындагы биринчи кошулуучуну нөлгө барабарлап алып жүргүзүшөт.

Е.2.11 Алдын ала кысуу стадиясында тик бурчтук формасындагы кесилиштүү элементтерди бекемдик боюнча эсептөө төмөнкү шарттан улам жүргүзүлөт

$$N_p \cdot e_p \leq R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0{,}5x) + R_{sc} \cdot A'_s(h_0 - a') \qquad (Е.18)$$

мында e_p – даярдоо стадиясында аракет эткен сырткы жүктөмдөн (элементтин өздүк массасы) пайда болгон ийилтүүчү моменттин таасирин эсепке алуу менен узатасынан багытталган N_p күчүнүн аракет этүү чекитинен ошол күчтөн чоюлган же анча кысылбаган (элементтин толук кысылган кесилишинде) чыңалбаган арматуранын кесилишинин оордук борборуна чейинки аралык (Е.1-сүрөтүн кара), төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$e_p = e_{0p} + 0{,}5h - a \pm \frac{M}{N_P} \qquad (Е.19)$$

e_{0p} – N_p күчүнн аракет этүү чекитинен элементтин кесилишинин оордук борборуна чейинки аралык;

R_b – сандык маанисинде бетондун өткөрүп берүү бекемдигине R_{bp} барабар болгон, бетондун кысылууга бекемдиги боюнча классындагыдай эле сызыктуу интерполяция боюнча кабыл алынуучу бетондун кысылууга эсептик каршылык көрсөтүүсү;

R_{sc} – алдын ала кысуу стадиясында 330 МПа ашык эмес кылып кабыл алынуучу алдын ала чыңалбаган арматуранын эсептик карышылык көрсөтүүсү ;

A'_s- элементтин кесилишинин эң кысылган чөлкөмүндө жайгашкан чыңалбаган арматуранын кесилишинин аянты.

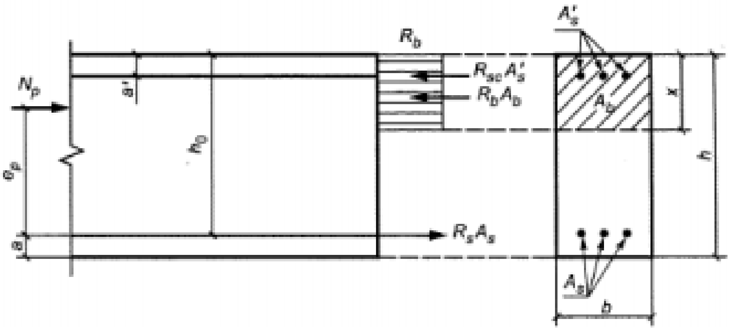
Бетондун кысылган чөлкөмүнүн бийиктигин Е.15а формуласы боюнча ξ_R чоңдугуна жараша, ага $\varepsilon_{s,el} = \frac{R_S}{E_S}$ маанисин коюу менен аныкташат, мында R_s – чоюлган чыңалбаган арматуранын A_s эсептик каршылык көрсөтүүсү, жана $\varepsilon_{b,ult} = 0{,}003$:

а) $\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$ болгондо (Е.1-сүрөттү кара) формула боюнча

$$x = \frac{N_p + R_S A_S - R_{SC}}{R_b \cdot b} \qquad (Е.20)$$

б) $\xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R$ болгондо формула боюнча

$$x = \frac{N_p + R_S A_S \cdot \frac{1+\xi_R}{1-\xi_R}}{R_b \cdot b + \frac{2R_S A_S}{h_0(1-\xi_R)}} \qquad , (Е.21)$$



Е.1-сүрөт Элементти кысуу стадиясында бекемдик боюнча эсептөөдө ийилүүгө дуушар болгон алдын ала чыңалган элементтин узатасынан багытталган огуна нормалдык кесилишиндеги күчтөнүүлөрдүн сөлөкөтү жана чыңалуулардын эпюрасы

Е.2.12 Алдын ала кысуу стадиясында тавр жана коштавр кесилиштеринин элементтеринин бекемдик боюнча эсептөөнү кысылган чөлкөмдүн чек арасынын абалына жараша жүргүзүшөт:

а) эгерде кысылган чөлкөмдүн чек арасы текченин бийктигинин чегинде болсо, б. а. төмөнкү шарт сакталса

$$N_p \le R_b \cdot b'_f h'_f - R_s A_s + R_{sc} A'_s, \tag{Е.22}$$

эсептөөнү Е.2.11 ылайык b'_f жазылыгы менен тик бурчтук формасындагы кесилиш үчүн жүргүзүшөт;

б) эгерде кысылган чөлкөмдүн чек арасы кырды кесип өтсө, б. а. (Е.22) шарты сакталбаса, эсептөөнү төмөнкү шарттан жүргүзүшөт

$$N_p \cdot e_p = R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0{,}5x) + R_b(b'_f - b) \cdot h'_f(h_0 - 0{,}5h'_f) + R_{sc} A'_s(h_0 - a'), \tag{Е.23}$$

мында $e_p = e_{0p} + z_s \pm \frac{M}{N_p}$; e_{0p} - Е.2.11 кара;

z_s – элементтин кесилишинин оордук борборунан чоюлган (азыраак кысылган) чыңалбаган арматурага чейинки аралык.

Кысылган чөлкөмдүн бийиктигин төмөнкү формулалар боюнча аныкташат:

а) $\xi = \frac{x}{h_0} \le \xi_R$ (ξ_R –Е.2.11 кара) болгондо

$$x = \frac{N_p + R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_b\left(b'_f - b\right)h'_f}{R_b \cdot b} \tag{Е.24}$$

б) $\xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R$ болгондо

$$x = \frac{N_p + R_s A_s \cdot \frac{1+\xi_R}{1-\xi_R} - R_{sc} A_S^{/} - R_b \left(b_f^{/} - b\right) h_f^{/}}{R_b \cdot b + \frac{2 R_s A_s}{h_0 \left(1-\xi_R\right)}} \qquad (Е.25)$$

Нормалдык кесилиштерди сызыктуу эмес деформациялык моделдин негизинде бекемдик боюнча эсептөө

Е.2.13 Сызыктуу эмес деформациялык моделдин негизинде бекемдик боюнча эсептөөдө элементтин узатасынан багытталган огуна нормалдык кесилишиндеги күчтөнүүлөрдү жана деформацияларды 7.2-бөлүмү боюнча аныкташат.

Е.2.14 Нормалдык кесилиштерди бекемдик боюнча эсептөөдө (Е.2-сүрөттү кара) жалпы учурда төмөнкүлөрдү колдонушат:

- элементтин нормалдык кесилишиндеги сырткы күчтөрдүн жана ички күчтөнүүлөрдүн тең салмактуулук теңдемелери:

$$M_x = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{bxi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{sxj}; \qquad (Е.26)$$

$$M_y = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{byi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{syj}; \qquad (Е.27)$$

$$N = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \qquad (Е.28)$$

- элементтин кесилиши боюнча сырткы жүктөмдүн аракетинен деформациялардын бөлүштүрүлүшүн аныктоочу теңдемелер:

$$\varepsilon_{bi} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{bxi} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{byi}; \qquad (Е.29)$$

$$\varepsilon_{sj} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{sxj} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{syj}; \qquad (Е.30)$$

$$\varepsilon_{si} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{sxi} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{syi}; \qquad (Е.31)$$

- бетон жана арматуранын чыңалууларын жана салыштырмалуу деформацияларын байланыштыруучу көз карандылыктар:

- бетондуку

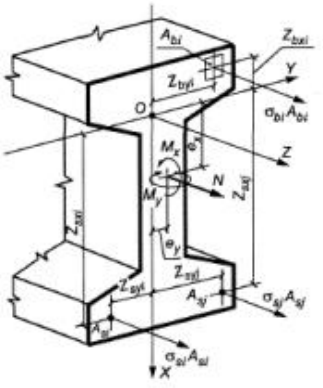
$$\sigma_{bi} = E_b \cdot \upsilon_{bi} \cdot \varepsilon_{bi}; \qquad (Е.32)$$

- чыңалбаган арматураныкы

$$\sigma_{sj} = E_{sj} \cdot \upsilon_{sj} \cdot \varepsilon_{sj}; \qquad (Е.33)$$

- чыңалган арматураныкы

$$\sigma_{si} = E_{si} \cdot \upsilon_{si} \left(\varepsilon_{si} + \varepsilon_{spi} \right) \qquad (E.34)$$



Е.2-сүрөт – Алдын ала чыңалган темир-бетон элементинин нормалдык кесилишинин эсептик сөлөкөтү

(Е.26)-(Е.34) теңдемелеринде:

A_{si}, Z_{sxi}, Z_{syi}, σ_{si} – чыңалуучу арматуранын i-өзөгүнүн тиешелүү түрдө аянты, оордук борборунун координаттары жана андагы чыңалуу;

ε_{si} – чыңалуучу арматуранын i-өзөгүнүн сырткы жүктөмдүн таасиринен салыштырмалуу деформациялары;

ε_{spi} – каралып жаткан эсептөө стадиясына шайкеш келген алдын ала чыңалуунун жоготууларын эсепке алуу менен аныкталуучу арматуранын алдын ала чыңалуусунун салыштырмалуу деформациясы;

E_{si} – чыңалуучу арматуранын i-өзөгүнүн серпилгичтик i- модулу;

v_{si} – алдын ала чыңалбаган арматуранын i-өзөгүнүн серпилгичтик көмөк чоңдугу;

v_{bi} жана v_{sj} көмөк чоңдуктарынын маанилерин 7-бөлүм боюнча, ал эми v_{si} көмөк чоңдуктарынынкын төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$\upsilon_{si} = \frac{\sigma_{si}}{E_{si} \cdot \left(\varepsilon_{si} + \varepsilon_{spi} \right)}. \qquad (E.35)$$

Е.2.15 Темир-бетон элементтеринин нормалдык кесилиштерин бекемдикке эсептөөнү 7-бөлүмдө келтирилген шарттардан улам жүзөгө ашырышат.

Е.3 Алдын ала чыңалган темир-бетон конструкцияларынын элементтерин чектүү абалдардын экинчи тайпасы боюнча эсептөө

Жалпы жоболор

Е.3.1 Чектик абалдардын экинчи тайпасы боюнча эсептөөлөргө төмөнкүлөр кирет:

- жаракалардын жаралышы боюнча эсептөө;
- жаракалардын ачылышы боюнча эсептөө;
- деформациялар боюнча эсептөө.

Е.3.2 Жаракалардын жаралышы боюнча эсептөөнү жаракалардын болбошун камсыз кылуу зарыл болгондо, ошондой эле жаракалардын ачылышы жана деформациялар боюнча эсептөөдө жардамчы эсептөө катары жүргүзүшөт.

Жаракалардын болбошу боюнча талаптарды толугу менен чоюлган кесилиштеринде өткөрбөөчүлүк (суюктуктун же газдын басымы алдында турган, радиациянын таасирине дуушар болгон д.у.с.) камсыз кылынуусу керек болгон алдын ала чыңалган конструкцияларга, уникалдуу конструкцияларга, ошондой эле өтө агрессивдүү чөйрө таасириндеги конструкцияларга коюшат.

Е.3.3 Жаракалардын жаралышы боюнча эсептөөдө аларга жол бербөө максатында жүктөм боюнча ишенимдүүлүк көмөк чоңдугун γ_f >1,0 маанисинде (бекемдик боюнча эсептөөдөгүдөй) алышат. Жаракалардын ачылышы жана деформациялар боюнча эсептөөдө (жаракалардын жаралышы боюнча көмөкчү эсептөөнү кошкондо) жүктөм боюнча ишенимдүүлүк көмөк чоңдугун γ_f =1,0 деп кабыл алышат.

Е.3.4 Ийилүүгө дуушар болгон алдын ала чыңалган элементтерди чектик абалдардын экинчи тайпасы боюнча эсептөөнү сырткы жүктөмдөрдөн пайда болгон күчтөнүүлөрдүн: ийилтүүчү моменттин M жана алдын ала кысуу күчтөнүүсүнө барабар болгон узатасынан багытталган күчтүн N_p биргелешкен аракетине борборлошпогон кысуудагыдай кылып жүргүзүшөт. Ошол эле учурда алдын ала чыңалган арматурасы бетон менен илинишпеген элементтер үчүн келтирилген кесилиштин мүнөздөмөлөрүн чыңалбаган арматураны гана эсепке алуу менен аныкташат.

Жаракалардын жаралышы жана ачылышы боюнча алдын ала чыңалган темир-бетон элементтерин эсептөө

Е.3.5 Алдын ала чыңалган ийилүүчү элементтерди жаракалардын ачылуусуна эсептөөнү 7.4 жана Е.3.6-нын Е.3.10 бөлүмчөлөрүнүн жалпы жоболоруна ылайык жүргүзүшөт.

Элементтин узатасынан багытталган огуна нормалдык жаракалардын жаралуу моментин аныктоо

Е.3.6 Жаракалардын жаралуусундагы ийилтүүчү момент M_{crc} жалпы учурда Е.3.10 ылайык деформациялык модель боюнча аныкталат. Жөнөкөй кесилиштер (тик бурчтук жана текчеси кысылган чөлкөмдө болуп, арматурасы жогорку жана төмөнкү кырлардын жанында жайгашкан тавр кесилиштүү) үчүн жарака жаратуу моментин Е.3.7 ылайык аныктоого жол берилет.

Е.3.7 Жаракалардын жаралуу моментин аныктоону Е.3.8 ылайык чоюлган бетондун серпилгич эмес деформацияларын эсепке алуу менен жүргүзүшөт.

Жаракалардын жаралуу моментин (Е.36) формуласында $W_{pl}=W_{red}$ деп кабыл алуу менен чоюлган бетондун серпилгич эмес деформацияларын эсепке албастан аныктоого да жол берилет. Эгерде бул учурда $M>M_{crc}$ жана $f\leq f_{ult}$ шарттары канааттандырылбаса, анда жаракалардын жаралуу моментин чоюлган бетондун серпилгич эмес деформацияларын эсепке алуу менен аныктоо керек болот.

Е.3.8 Чоюлган бетондун серпилгич эмес деформацияларын эсепке алуу менен алдын ала чыңалган ийилүүчү элементтердин жаракаларынын жаралуу моментин төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$M_{crc}=R_{bt,ser}\cdot W_{pl}\pm P\cdot e_{яр}\ ,\qquad (Е.36)$$

мында W_{pl} – четки чоюлган була үчүн келтирилген кесилиштин каршылык көрсөтүү моменти;

$e_{яр}=e_{0p}+r$ – алдын ала кысуу күчүнүн P аракет этүү чекитинен жаракаларынын жаралуусу текшерилип жаткан чоюлган чөлкөмдөн эң алыс жайгашкан өзөктүк чекитке чейинки аралык;

e_{0p} – ошондой эле, келтирилген кесилиштин оордук борборуна чейинки;

r – келтирилген кесилиштин оордук борборунан өзөктүк чекитке чейинки аралык

$$r=\frac{W_{red}}{A_{red}}\qquad (Е.37)$$

(Е.36) формуласында "кошуу" белгисин качан $P\cdot e_{яр}$ жана сырткы ийилтүүчү M моменттердин айлантуу багыттары карама-каршы; “минус” – алардын багыттары дал келгенде.

W_{red} жана A_{red} маанилерин 8.2 көрсөтмөлөрүнө ылайык аныкташат.

Тик бурчтук формасындагы жана текчелери кысылган чөлкөмдө жайгашкан тавр сымал кесилиштер үчүн W_{pl} маанисин моменттин симметрия огунун тегиздигинде аракет этүүсүндө W_{pl}=1,3W_{red} формуласы боюнча аныктоого жол берилет. Кысылган зонада жайгашкан текчеси бар тик бурчтуу кесилиштер жана

Тавр кесилиштери үчүн симметрия огунун тегиздигинде моменттин таасиринде алкактын маанисин формула боюнча аныктоого жол берилет.

Е.3.9 Борборлото чоюлган элементтерде жаракалардын жаралуусундагы N_{crc} күчүн (8.127) формуласы боюнча аныкташат.

Е.3.10 Сызыктуу эмес деформациялык моделдин негизинде жаракалардын жаралуу моментин аныктоону Е.2.13 - Е.2.15 ылайык жүргүзүшөт, бирок чоюлган бетондун абалынын диаграммасы менен аныкталуучу нормалдык кесилиштин чоюлган чөлкөмүндөгү бетондун иштешин эске алуу менен. Материалдардын эсептик мүнөздөмөлөрүн чектик абалдардын экинчи тайпасы үчүн кабыл алышат.

M_{crc} маанисин Е.2.13-Е.2.15 келтирилген теңдемелер системасынын чыгаруудан, бетондун чоюлуудагы салыштырмалуу деформациясынын чектик маанисине $\varepsilon_{bt,ult}$ барабар болгон сырткы жүктөмдүн аракет этүүсүнөн элементтин чоюлган кырынын жанындагы бетондун салыштырмалуу деформациясын $\varepsilon_{bt,\max}$ кабыл алуу менен, аныкташат.

Элементтин узатасынан багытталган огуна нормалдык жаракалардын ачылышынын жазылыгын эсептөө

Е.3.11 Нормалдуу жаракалардын ачылышынын жазылыгын төмөнкү формула боюнча аныкташат, $a_{crc,i} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_S \cdot \frac{\sigma_S}{E_S} \cdot l_S$ мында сырты жүктөмдөн ийилүүчү алдын ала чыңалган элементтердин чоюлган арматурасындагы чыңалуунун σ_s мааниси төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$\sigma_S = \left[\frac{M_p (h_0 - y_c)}{L_{red}} - \frac{N_p}{A_{red}} \right] \cdot \alpha_{s1}, \tag{Е.38}$$

мында I_{red} , A_{red} , y_c - тиешелүү формулаларда арматураны бетонго келтирүү көмөк чоңдугунун маанисин $a_{s2}=a_{s1}$; кабыл алуу менен бетондун кысылган чөлкөмүнүн кесилиш аянтын, чоюлган жана кысылган арматуралардын кесилиш аянттарын гана эсепке алуу менен аныкталуучу инерция моменти, элементтин келтирилген туура кесилишинин аянты жана эң кысылган буладан келтирилген кесилиштин оордук борборуна чейинки аралык.

N_p – алдын ала кысуу күчүнө барабар болгон сырткы узатасынан багытталган күч (Е3. 4 кара);

M_p – сырткы жүктөмдөн жана алдын ала кысуу күчүнөн пайда болгон ийилтүүчү момент, төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$M_p = M \pm N_p \cdot e_{0p} , \tag{Е.39}$$

мында e_{0p} – сырткы узатасынан багытталган күчтүн N_p аракет этүү чекитинен келтирилген кесилиштин оордук борборуна чейинки аралык.

(Е.39) формуласындагы "минус" белгисин качан M жана $N_p{\cdot}e_{0p}$ моменттеринин айлантуу багыттары дал келбеген учурларда, ал эми "кошуу" белгисин - дал келген учурда кабыл алышат.

σ_s чыңалуусун төмөнкү формула боюнча аныктоого жол берилет

$$\sigma_S = \frac{M - N_P \cdot (z - e_{sp})}{z \cdot A_S}, \tag{Е.40}$$

мында z – кесилиштин чоюлган чөлкөмүндө жайгашкан арматуранын оордук борборунан элементтин кысылган чөлкөмүндөгү күчтөнүүлөрдүн тең аракет этүүчүсүнүн аракет этүү чекитине чейинки аралык;

e_{sp} – ошол эле арматуранын оордук борборунан сырткы узатасынан кеткен күчтүн N_p аракет этүү чекитине чейинки аралык.

Кысылган арматура жок болгон (же ал эсепке алынбаган) тик бурчтук формасындагы туура кесилиштүү элементтер үчүн z маанисин төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$z = h_0 - \frac{x_N}{3} \tag{Е.41}$$

мында x_N – сырткы узатасынан багытталган күчтү N_p эсепке алуу менен аныкталуучу кысылган чөлкөмдүнн бийиктиги.

Тик бурчтук формасындагы, таврдык (текчеси кысылган чөлкөмдө болгон) жана эки тавр кесилиштүү элементтер үчүн z маанисин 0,7 h_0 барабар кылып кабыл алууга жол берилет.

(Е.38), (Е.40) формулалары боюнча аныкталуучу чыңалуулар σ_s ($R_{s,ser}$–σ_{sp}) дан ашпоого тийиш.

Деформациялар боюнча алдын ала чыңалган темир-бетон элементтерин эсептөө

Е.3.12 Алдын ала чыңалган элементтерди деформациялар боюнча эсептөөнү Е.3.13-Е.3.15 эске алуу менен жүргүзүшөт.

Е.3.13 Алдын ала чыңалуудагы ийилүүчү элементтердин ийилүүсүн эсептөө үчүн алардын ийилиши Е.44 жана Е.45 формулалары боюнча аныкталат, мында $\left(\frac{1}{r}\right)_1$, $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ жана $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ ийриликтин маанилерин жана алдын ала кысылуу күчүн эске алуу менен Е.3.14. боюнча аныкталат.

Ийриликти аныктоодо алдын ала кысуу стадиясындагы бетондун жыйрылуу жана жылышуу деформацияларынын таасирин эсепке алууга жол берилет.

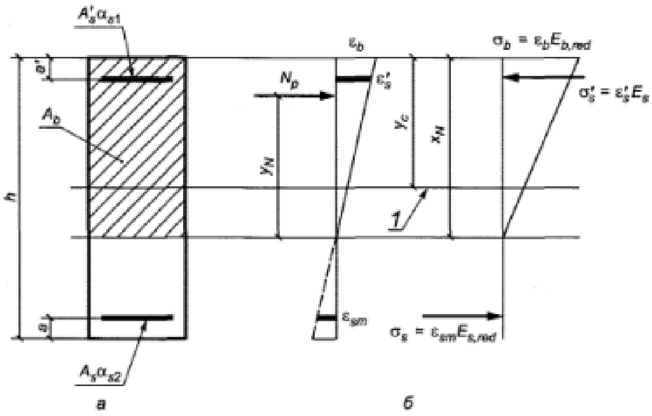
Е.3.14 Тийишелүү жүктөмдөрдүн таасиринен алдын ала чыңалган ийилүүчү элементтердин ийрилигин $\frac{1}{r}$ төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$\frac{1}{r}=\frac{M-N_p\cdot e_{0p}}{D} \tag{Е.42}$$

мында M – сырткы жүктөмдөн ийилтүү моменти;

N_p жана e_{0p} – алдын ала кысуу күчтөнүүсүнө барабар болгон узатасынан багытталган күч жана анын элементтин келтирилген кесилишинин оордук борборуна карата эксцентриситети;

D – алдын ала кысуу күчүнөн борбордон чет кысылган элемент катары сырткы жүктөмдөн ийилтүүчү моментти эсепке алуу менен элементтин келтирилген туура кесилишинин ийилтүү ийкемсиздиги (Е.3-сүрөттү кара).



Е.3-сүрөт. Деформациялар боюнча эсептөөдө келтирилген туурасынан кесилиш (а) жана жаракалары менен ийилүүчү алдын ала чыңалган элементтин чыңалуу-деформациялануу абалынын сөлөкөтү (б)

1 – бетондун чоюлган чөлкөмүн эсепке албастан келтирилген туура кесилиштин оордук борборунун деңгээли

Е.3.15 Алдын ала чыңалган ийилүүчү элементтердин ийрейүүчүлүгүн төмөнкү формула боюнча аныктоого жол берилет

$$\frac{1}{r}=\frac{M-N_p\cdot z_p}{E_{s,red}\cdot A_s\cdot z(h_0-x_N)} \tag{Е.43}$$

мында z_p – алдын ала кысуу күчтөнүүсүнүн аракет этүү чекитинен кысылган чөлкөмдөгү күчтөнүүлөрдүн тең аракет этүүчүсүнүн аракет этүү чекитине чейинки аралык;

z – чоюлган арматуранын оордук борборунан кысылган чөлкөмдөгү күчтөнүүлөрдүн тең аракет этүүчүсүнүн аракет этүү чекитине чейинки аралык;

x_N – алдын ала кысуунун таасирин эсепке алуу менен кысылган чөлкөмдүн бийиктиги.

Кысылган чөлкөмдүн бийиктигин μ_s маанисин $1+\frac{N_P}{M_P}\cdot z$. көбөйтүү менен алдын ала чыңалуусуз ийилүүчү элементтердегидей кылып аныкташат.

z_p жана z маанилерин кысылган чөлкөмдөгү күчтөнүүлөрдүн тең аракет этүүчүсүнүн аракет этүү чекитинен кесилиштин эң кысылган буласына чейинки аралыгын $0{,}3h_0$ барабар кылып кабыл алуу менен аныктоого жол берилет.

Алдын ала чыңалган элементтердин ийрейүүчүлүгүн сызыктуу эмес деформациялык моделдин негизинде аныктоо

Е.3.16 Кесилиштин чоюлган чөлкөмүндөгү жаракаларсыз участоктордо алдын ала чыңалган ийилүүчү элементтердин толук ийрейүүчүлүгүн төмөнкү формула боюнча

$$\frac{1}{r}=\left(\frac{1}{r}\right)_1+\left(\frac{1}{r}\right)_2$$

ал эми кесилиштин чоюлган чөлкөмүндөгү жаракалары менен участоктордо

$$\frac{1}{r}=\left(\frac{1}{r}\right)_1-\left(\frac{1}{r}\right)_2+\left(\frac{1}{r}\right)_3$$

формуласы боюнча аныкташат.

Бул формулаларга кирүүчү ийрейүүчүлүктүн маанилерин Е.2.13 эске алуу менен (Е.26)-(Е.34) теңдемелер системасынын чыгарылышынан аныкташат. Ошол эле учурда чоюлган чөлкөмдө нормалдык жаракалары менен элементтер үчүн жаракаларды кесип өтүүчү чыңалуучу арматурадагы чыңалууларды төмөнкү формула боюнча аныкташат

$$\sigma_{si}=\left(\frac{E_{si}\cdot\varepsilon_{si}}{\psi_{si}}+E_{si}\cdot\varepsilon_{spi}\right)\upsilon_{si} \tag{Е.44}$$

ал эми чыңалбаган арматурадагы чыңалууларды

$$\sigma_{sj}=\frac{E_{sj}\cdot\varepsilon_{sj}}{\psi_{sj}} \tag{Е.45}$$

мында

$$\psi_{si(f)}=\frac{1}{1+0{,}8\cdot\dfrac{\varepsilon_{si(j),crc}}{\varepsilon_{si(j)}}} \tag{Е.46}$$

бул жерде: $\varepsilon_{si(j),crc}$ – жаракалар пайда болгондон кийин дароо сырткы жүктөмдөрдүн аракетинен жаракалары менен кесилиштеги чоюлган арматуранын салыштырмалуу деформациясы;

$\varepsilon_{si(j)}$, – каралып жаткан стадияда жаракаларды кесип өткөн чоюлган арматуранын салыштырмалуу деформациясы;

ε_{spi} – арматуранын алдын ала чыңалуудан салыштырмалуу деформациясы.

Жүктөмдүн узак эмес аракет этүүсүнөн ийрейүүчүлүктү аныктоодо эсептөөлөрдө кысылган жана чоюлган бетондун кыска мөөнөткө деформациялануу диаграммасын, ал эми жүктөмдүн узак мөөнөткө аракет этүүсүнөн ийрейүүчүлүктү аныктоодо – чектик абалдардын экинчи тайпасы үчүн эсептик мүнөздөмөлөрү менен бетондун узак мөөнөткө деформациялануу диаграммасын колдонушат.

Ж тиркемеси

Тегерек жана шакекче кесилиштүү түркүктөрдү эсептөө

Ж.1 Ички жана сырткы радиустарынын $r_1/r_2 \geq 0{,}5$ катыштарында жана айлана боюнча бирдей тегиз бөлүштүрүлгөн арматураларында (жок дегенде жети узатасынан багытталган өзөктөрдө) түркүктөрдүн шакекче кесилиштеринин бекемдигин эсептөөнү (Ж.1-сүрөт) бетондун кысылган чөлкөмүнүн салыштырмалуу аянтына жараша жүргүзүшөт

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_s A_{s,}}{R_b A + (R_{sc} + 1{,}7 R_s) A_{s,tot}}; \qquad (Ж.1)$$

а) $0{,}15 < \xi_{cir} < 0{,}6$ болгондо, төмөнкү шарттан

$$M \leq \left(R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s\right) \frac{\sin \pi \xi_{sir}}{\pi} + R_s A_{s,tot} r_s \left(1 - 1{,}7\xi_{sir}\right)\left(0{,}2 + 1{,}3\xi_{sir}\right); \qquad (Ж.2)$$

б) $\xi_{cir} \leq 0{,}15$ болгондо, төмөнкү шарттан

$$M \leq \left(R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s\right) \frac{\sin \pi \xi_{sir1}}{\pi} + 0{,}295 R_s A_{s,tot} r_s, \qquad (Ж.3)$$

мында $\xi_{cir1} = \dfrac{N + 0{,}75 R_s A_{s,tot}}{R_b A + R_{sc} A_{s,tot}}$

в) $\xi_{cir} \geq 0{,}6$ болгондо, төмөнкү шарттан

$$M \leq \left(R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s\right) \frac{\sin \xi_{sir2}}{\pi}, \qquad (Ж.4)$$

мында

$$\xi_{cir2} = \frac{N}{R_b A + R_{sc} A_{s,tot}} \qquad (Ж.5)$$

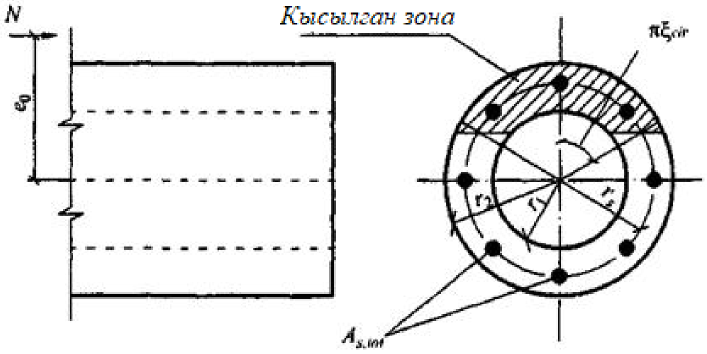
(Ж. 1) - (Ж. 5) формулаларда:

$A_{s,tot}$ – баардык узатасынан багытталган арматуралардын кесилиштеринин аянты;

$r_m = \dfrac{r_1 + r_2}{2}$;

r_s – узатасынан багытталган арматура өзөктөрүнүн оордук борборлору аркылуу өтүүчү айлананын радиусу;

M моменти элементтин салаңдоосунун таасирин эсепке алуу менен аныкталат.



Ж.1-сүрөт. Кысылган элементтин шакекче кесилишин эсептөөдө кабыл алынуучу сөлөкөт

Ж.2 Классы А400 жогору болбогон, айлана боюнча бир калыпта тегиз бөлүштүрүлгөн (жок дегенде жети узатасынан багытталган өзөктөрүндө) арматуралары менен түркүктөрдүн тегерек кесилиштерин эсептөөнү (Ж.2-сүрөт) төмөнкү шарттан текшеришет

$$M \le \frac{2}{3} R_b A r \frac{\sin^3 \pi\xi_{sir}}{\pi} + R_s A_{s,tot} \left(\frac{\sin \pi\xi_{sir}}{\pi} + \varphi \right) r_s \qquad (Ж.6)$$

мында r – туура кесилиштин радиусу;

ξ_{cir} – бетондун кысылган чөлкөмүнүн салыштырмалуу аянты, төмөнкүчө аныкталат:

$$N \le 0{,}77 R_b A + 0{,}645 R_s A_{s,tot}, \qquad (Ж.7)$$

шарты аткарылганда

- төмөнкү теңдеменин чыгарылышынан

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_s A_{s,tot} + R_b A \dfrac{\sin 2\pi\xi_{sir}}{2\pi}}{R_b A + 2{,}55 R_s A_{s,tot}}; \qquad (Ж.8)$$

- (Ж. 7) шарты аткарылбаганда – төмөнкү теңдеменин чыгарылышынан

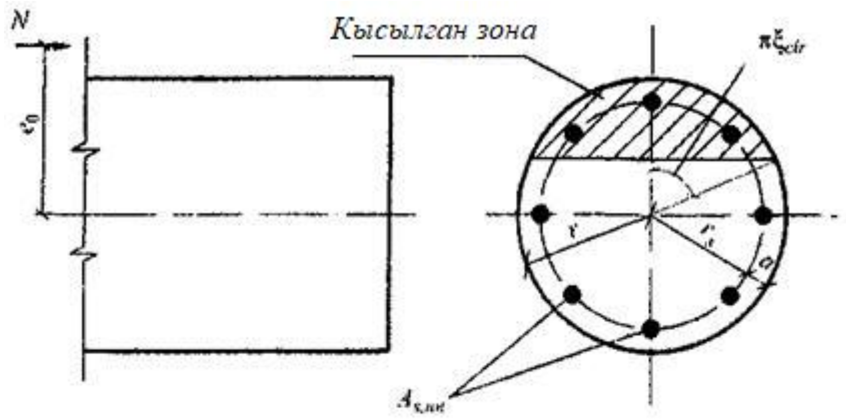
$$\xi_{cir} = \frac{N + R_b A \dfrac{\sin 2\pi\xi_{sir}}{2\pi}}{R_b A + R_s A_{s,tot}}; \qquad (Ж.9)$$

φ – чоюлган арматуранын иштешин эсепке алган көмөк чоңдук, төмөнкүчө кабыл алынат: (Ж. 7) шарты аткарылганда φ=1,6 (1-1,55ξ_{cir}) ξ_{cir}, бирок 1,0 чоң эмес; (Ж. 7) шарты аткарылбаганда φ=0;

$A_{s,tot}$ – баардык узатасынан багытталган арматуралардын кесилиштеринин аянты;

r_s – узатасынан багытталган арматура өзөктөрүнүн оордук борборлору аркылуу өткөн айлананын радиусу.

M моменти элементтин салаңдоосунун таасирин эске алуу менен аныкталат.



Ж.2-сүрөт. Борбордон чет кысылган элементтин тегерек кесилишин эсептөөдө кабыл алынуучу сөлөкөт

И тиркемеси

Бетон кепилдерин жана кыска корогойлорду эсептөө

И. 1 Бетон кепилдерин эсептөө

И.1.1 Жылыштыруучу күчтөнүүлөрдү курама элемент менен кошумча жаткырылган бетон же эритменин ортосунда өткөрүп берүүчү бетон кепилдеринин өлчөмдөрүн төмөнкү формулалар боюнча аныктоо сунушталат:

$$t_k \geq \frac{Q}{R_b l_k n_k}; \qquad (И.1)$$

$$h_k \geq \frac{Q}{2R_{bt} l_k n_k}, \qquad (И.2)$$

мында Q – кепилдер аркылуу өткөрүлүп берилүүчү жылыштыруу күчү;

t_k, h_k, l_k – кепилдин тереңдиги, бийиктиги жана узундугу;

n_k – эсептөөгө киргизилүүчү жана үчтөн ашык эмес кабыл алынуучу кепилдердин саны.

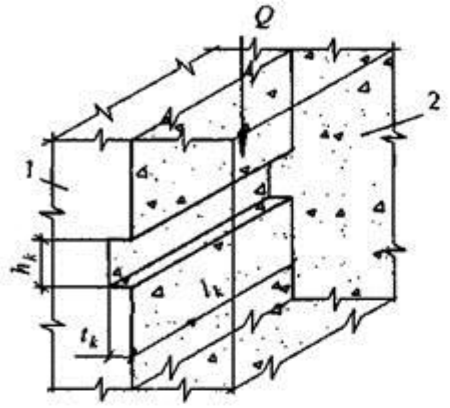
N кысуучу күчү болгондо кепилдердин бийиктигин төмөнкү формула боюнча аныктоого жол берилет:

$$h_k = \frac{Q - 0{,}7N}{2R_{bt} l_k n_k} \qquad (И.3)$$

жана (И.2) формуласы боюнча аныкталуучу бийиктикке салыштырмалуу эки эседен ашык эмес кыскартылган.

Төшөмөлдүн элементтерин кепилдер менен бириктирүүдө эсептөөгө киргизилүүчү кепилдин узундугу элементтин арышынын жарымынан чоң болбоого тийиш, ошол эле учурда Q элементтин бүткүл узундугу боюнча жылыштыруучу күчтөнүүлөрдүн суммасына барабар кылып алынат.

(И.1) – (И.3) формулалары боюнча курама элементтин кепилдерин жана кепилдердин бетонунун эсептик каршылык көрсөтүүлөрүн R_b жана R_{bt} бетон конструкциялардыкындай кабыл алуу менен кошумча жаткырылган бетондон кепилдерди текшерүү зарыл. Пайдубалдын стаканынан эки ачалуу түркүктүн чоюлган бутагын сууруп алууга эсептөөдө беш кепилдин иштөөсүн эсепке алууга жол берилет (И.1-сүрөт).



И.1-сүрөт. Курама элементтен чулу бетонго жылыштыруу күчтөнүүлөрүн өткөрүп берүүчү кепилдерди эсептөө үчүн сөлөкөт
1 – курама элемент; *2* – чулу бетон

И. 2 Кыска корогойлорду эсептөө

И.2.1 $l_1 \leq 0{,}9h_0$ болгон түркүктөрдүн кыска корогойлорун (И.2-сүрөт) жүк менен таянычтын ортосундагы жантык кысылган тилке боюнча бекемдикти камсыз кылуу үчүн туурасынан кеткен күчтүн аракетине эсептөөнү төмөнкү шарттан жүргүзүү керек

$$Q \leq 0{,}8R_b\, b\, l_{sup}\sin^2\theta(1 + 5\alpha\mu_w), \qquad \text{(И.4)}$$

мында барабарсыздыктын оң бөлүгү 3,5 $R_{bt}\, b\, h_0$ ашык эмес жана 2,5 $R_{bt}\, b\, h_0$ кем эмес кабыл алынат.

(И.4) формуласында:

l_{sup} – корогойдун чыгуусун бойлото жүктөмдүн таянуу аянтынын узундугу;

θ – эсептик кысылган тилкенин горизонталга карата жантаюу бурчу $\left(\sin^2\theta = \dfrac{h_0^2}{h_0^2 + l_1^2}\right)$;

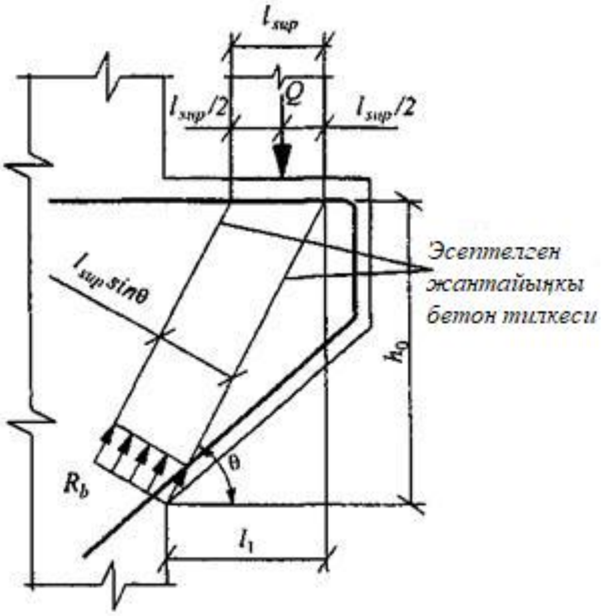
$\mu_w = \dfrac{A_{sw}}{bs_w}$ – корогойдун бийиктиги боюнча жайгашкан байламталар менен арматуралоо көмөк чоңдугу;

бул жерде s_w – байламталардын ортосундагы аларга нормаль боюнча өлчөнгөн аралык.

Эсептөөдө горизонталга карата 45° ашпаган бурч менен жайгашкан горизонталдуу жана жантайма байламтадларды эсепке алышат.

Корогойго жүктөмдү өткөрүп берүү жерлериндеги кысуу чыңалуусу $R_{b,loc}$ бетондун майышууга болгон эсептик каршылык көрсөтүүсүнөн ашпоого тийиш.

Уламаларды чулулоо менен рамалык конструкциянын ийкемсиз түйүнүнө кирген кыска корогойлор үчүн (И. 2.1) шартындагы l_{sup} маанисин корогойдун кулачына l_1 барабар кылып алышат, эгерде бул учурда $M/Q \geq 0{,}3$ м жана $l_{sup}/l_1 \geq 2/3$ (мында M жана Q – тиешелүү түрдө ригелдин жогорку кырын чоюп туруучу момент жана корогойдун четки кыры боюнча ригелдин нормалдык кесилишиндеги туурасынан багытталган күч) шарттары аткарылса. Бул учурда (И.4) шартынын оң жак бөлүгүн $5R_{th}bh_0$ ашык эмес кылып кабыл алышат.



И.2-сүрөт. Туурасынан кеткен күч аракет эткенде кыска корогой үчүн эсептик сөлөкөт

Корогойдун кулачын бойлото устундун кыска корогойго дошполуу таянуусунда, таянуу аянтчасын кармап туруучу атайын чыгып туруучу калтырма тетиктер жок болгон учурда (И.3-сүрөт), (И.4) шартындагы l_{sup} маанисин таянуунун факт жүзүндөгү аянтчасынын 2/3 узундугуна барабар кылып алышат.

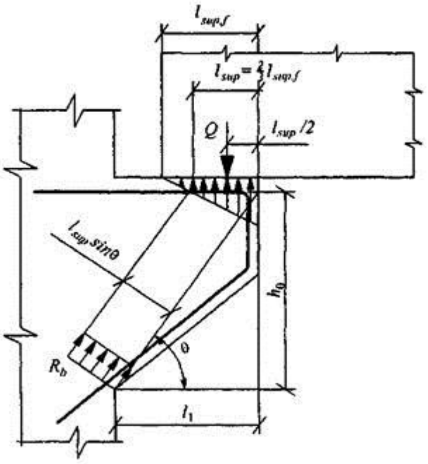
Кыска корогойлордун туурасынан туурасынан арматуралоосу конструкциялык талаптарга жооп бериши зарыл.

И.2.2 Устундун түркүктүн корогоюна дошполуу таянуусунда корогойдун узатасынан багытталган арматурасы төмөнкү шарттан текшерилет

$$Q\frac{l_1}{h_0} \leq R_S A_S, \qquad (И.5)$$

Мында, l_1, h_0 - И.1-сүрөттү кара.

Ошол эле учурда корогойдун узатасынан багытталган арматурасы корогойдун эркин турган учуна чейин жеткирилип, ишенимдүү түрдө анкерлениши керек.



И.3-сүрөт. Корогойдун кулачын бойлото багытталган курама устундун дошполуу таянуусунда кыска корогой үчүн эсептик сөлөкөт

Ригелдин төмөнкү арматурасын корогойдун арматурасына калтырма тетиктер аркылуу ширетип уламаны чулулоо менен ригелди жана түркүктү ийкемсиз бириктирүүдө корогойдун узатасынан багытталган арматурасы төмөнкү шарттан текшерилиши керек

$$Q\frac{l_1}{h_0} - N_S \le R_S A_S, \qquad (И.6)$$

мында l_1, h_0 – тиешелүү түрдө кыска корогойдун кулачы жана жумушчу бийиктиги;

N_s – ригелден корогойдун жогорку кырына аракет этүүчү горизонталдык күч, ал төмөнкүгө барабар:

$$N_S = \frac{M + Ql_{sup}/2}{h_{0b}} \qquad (И.7)$$

жана $1{,}4k_f l_w R_{wf}$ + $0{,}3Q$ ашык эмес (мында k_f жана l_w –ригель жана корогойдун калтырма тетиктерин ширетүүдөгү бурчтук жиктин тиешелүү түрдө бийиктиги жана узундугу; R_f – бурчтук жиктердин жиктин металлы боюнча кесүүгө эсептик каршылык көрсөтүүсү, Э42 электроддору колдонулганда R_{wf} =180 МПа; 0,3 – болоттун болот боюнча сүрүлүү көмөк чоңдугу), ошондой эле R_{sw} A_{sw} чоң эмес (анда R_{sw} жана A_{sw} – ригелдин жогорку арматурасынын тиешелүү түрдө эсептик каршылык көрсөтүүсү жана кесилишинин аянты) мааниде кабыл алынат.

(И.6) жана (И.7) формулаларында:

M, Q – корогойдун четки кыры боюнча ригелдин нормалдык кесилишиндеги тиешелүү түрдө ийилтүүчү моменти жана туурасынан кеткен күч; эгерде М моменти ригелдин алдыңкы кырын чойсо, анда *M* мааниси (И.7) формуласында "минус" белгиси менен эсепке алынат;

l_{sup} – корогойдун кулачы бойлото жүктөмдүн таянуу аянтынын факт жүзүндөгү узундугу;

h_{0b} – ригелдин жумушчу бийиктиги.

Курулуштагы ченемдик документтер тутуму

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН КУРУЛУШ ЧЕНЕМДЕРИ

Система нормативных документов в строительстве

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

БЕТОН ЖАНА ТЕМИР-БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ.

НЕГИЗГИ ЖОБОЛОР

КР КЧ 52-02:2022

БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

СН КР 52-02:2022

Актуализированная редакция СНиП 2.03.01-84*

КЧжЭ 2.03.01-84* жаңыртылган редакциясы

Расмий басылма

Издание официальное

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН МИНИСТРЛЕР КАБИНЕТИНЕ КАРАШТУУ
АРХИТЕКТУРА, КУРУЛУШ ЖАНА ТУРАК ЖАЙ-КОММУНАЛДЫК ЧАРБА
МАМЛЕКЕТТИК АГЕНТТИГИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО
АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
ПРИ КАБИНЕТЕ МИНИСТРОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

БИШКЕК 2022

Предисловие

1 АКТУАЛИЗИРОВАНЫ Государственным институтом сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования (ГИССИП) Государственного агентства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Кабинете Министров Кыргызской Республики (Госстрой)

2 ВНЕСЕНЫ Управлением архитектуры и технического нормирования Госстроя

3 УТВЕРЖДЕНЫ приказом Госстроя от 26 декабря 2022 года № 60-нпа И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ 1 февраля 2023 года на основе делегированных полномочий в соответствии с постановлением Правительства Кыргызской Республики от 15 сентября 2014 года № 530

4 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ Министерством юстиции Кыргызской Республики в Государственном реестре нормативных правовых актов от 13 января 2023 года № 239

5 ВЗАМЕН СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции»

Настоящие Строительные нормы не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Госстроя.

© Госстрой, 2022

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящих строительных норм соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 3
4 Основные буквенные обозначения ... 5
5 Общие требования к бетонным и железобетонным конструкциям ... 5
6 Характеристики бетона, арматуры и требования к ним ... 9
6.1 Нормируемые характеристики бетона ... 9
6.2 Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных показателей бетона ... 12
6.3 Нормируемые характеристики арматуры ... 15
6.4 Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик арматуры ... 16
7 Требования к расчету бетонных и железобетонных конструкций ... 18
7.1 Общие положения ... 18
7.2 Расчет бетонных и железобетонных элементов по прочности ... 23
7.3 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин ... 26
7.4 Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин ... 27
7.5 Расчет железобетонных элементов по деформациям ... 29
8 Конструктивные требования ... 30
8.1 Общие положения ... 30
8.2 Требования к геометрическим размерам ... 31
8.3 Требования к армированию ... 31
8.4 Защита конструкций от неблагоприятного влияния воздействий среды ... 34
9 Требования к изготовлению, воздействию и эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций ... 34
9.1 Бетон ... 34
9.2 Арматура ... 36
9.3 Опалубка ... 37
9.4 Бетонные и железобетонные конструкции ... 38
9.5 Контроль качества ... 39
10 Требования к восстановлению и усилению железобетонных конструкций ... 40
10.1 Общие положения ... 40
10.2 Натурные обследования конструкций ... 40
10.3 Поверочные расчеты конструкций ... 40

10.4 Усиление железобетонных конструкций ... 42
11 Расчет железобетонных конструкций на выносливость ... 42
Приложение А Основные буквенные обозначения ... 44
Приложение Б Расчет конструктивных систем ... 47
Приложение В Расчет закладных деталей ... 52
Приложение Г Расчет соединительных муфт опрессованных механичеких соединений ... 55
Приложение Д Характеристики бетона и арматуры ... 59
Приложение Е Предварительно напряженные железобетонные конструкции ... 68
Приложение Ж Расчет колонн круглого и кольцевого сечений ... 88
Приложение И Расчет бетонных шпонок и коротких консолей ... 91

Введение

Нормативно-технические документы должны постоянно обновляться, пересматриваться или вновь разрабатываться в соответствии с научно-техническим прогрессом, повышением требований, изменением экономических отношений и т.д.

Настоящие строительные нормы содержат основные положения, определяющие общие требования к бетонным и железобетонным конструкциям, включая требования к бетону, арматуре, расчетам, конструированию, изготовлению, возведению и эксплуатации конструкций зданий и сооружений на территории Кыргызской Республики.

Актуализация СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» выполнена с целью обеспечить общие в странах ЕАЭС критерии и методы проектирования, отвечающие необходимым требованиям надежности, долговечности и экономии, а также использования материалов и сопутствующей продукции, характеристики которых реализуются в расчетах бетонных и железобетонных конструкций.

Учитывая единое понимание процесса проектирования конструкций; упростить обмен услугами в области строительства между государствами-участниками; облегчить маркетинг и использование строительных материалов и сопутствующей продукции, характеристики которых используются в расчетах по проектированию, участие Кыргызской Республики в межгосударственном совете по стандартизации, метрологии и сертификации стран СНГ, а также многолетний опыт сотрудничества в сфере строительного проектирования и Меморандум о научно-техническом сотрудничестве между АО «Научно-исследовательский центр «Строительство» и Государственным институтом сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования (ГИССиИП) Государственного агентства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Кабинете Министров Кыргызской Республики от 6 июля 2022 года, за основу настоящих норм принят СНиП 2.03.01-84*.

В актуализации норм принимали участие: с Государственного института сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования (ГИССиИП) – к.т.н. – Кенжетаев К.И., к.т.н. – Шаимбетов Дж.А., инж – Мудунова К., к.т.н. доцент Кыргызско-Турецкого Университета Манас – Бактыгулов К.Б., к.т.н., профессор КГУСТА – Темикеев К.Т., к.т.н., профессор Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Ельцина – Ордобаев Б.С., к.т.н., доцент КРСУ – Токтосунов А.М.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Система нормативных документов в строительстве

БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Бетон жана темир-бетон конструкциялары.
Негизги жоболор

Concrete and reinforced concrete structures.
Basicprovisions

Актуализированная редакция
СНиП 2.03.01-84*

Дата введения – 2023.02.01

1 Область применения

Настоящие строительные нормы распространяются на все типы бетонных и железобетонных конструкций, применяемых в промышленном, гражданском, транспортном, гидротехническом и других областях строительства, изготавливаемых из всех видов бетонов и арматуры, подвергаемых любым видам воздействий.

Настоящие строительные нормы устанавливают общие положения, для разработки нормативных документов по проектированию, изготовлению (возведению) и эксплуатации конструкций всех видов и назначения.

2 Нормативные ссылки

В настоящих нормах использованы ссылки на следующие нормативные документы:

СН КР 20-02:2018* Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования;

СН КР 21-01:2018 Пожарная безопасность зданий и сооружений;

СП КР 10-102: 2020 * Строительная терминология;

СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия;

СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии;

СНиП 3.09.01-85 Производство сборных железобетонных конструкций и изделий;

СНиП КР 52-01-2009 Несущие и ограждающие конструкции;

МСН 2.04-02-2004 Тепловая защита зданий;

ГОСТ 4.212-80 Система показателей качества продукции. Строительство. Бетоны. Номенклатура показателей;

ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки;

ГОСТ 535-2005 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия;

ГОСТ 1050-2013 Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия;

ГОСТ 2590-2006 Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент;

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия;

ГОСТ 7566-94 Металлопродукция. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение;

ГОСТ 8731-74* Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования;

ГОСТ 8732-78* Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент;

ГОСТ 10922-90 Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия;

ГОСТ 13015-2012 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения;

ГОСТ 14098-2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкция и размеры;

ГОСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования;

ГОСТ 25781-83 Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. Технические условия;

ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора составов;

ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения;

ГОСТ Р 51254-99 (ISO 6789:92) Инструмент монтажный для нормирования затяжки резьбовых соединений. Ключи моментные. Общие технические условия.

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящих строительных норм целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте органа в сфере стандартизации в сети Интернет или по Строительному Каталогу СК-1 (Указатель) в трех частях (Строительный каталог часть 1, Строительный каталог часть 2, Строительный каталог часть 3), который опубликован по состоянию на 1 января текущего года.

Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то следует использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящих строительных норм в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение следует применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, следует применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии норм и правил целесообразно проверить в информационном фонде технических регламентов и стандартов.

3 Термины и определения

В настоящих нормах применяются следующие термины и определения:

1 анкеровка арматуры: Обеспечение восприятия арматурой действующих на нее усилий путем заведения ее на определенную длину за расчетное сечение или устройства на концах специальных анкерных устройств.

2 арматура стержневая:

2.1 арматура конструктивная: Арматура, устанавливаемая без расчета из конструктивных соображений.

2.2 арматура предварительно напряженная: Арматура, получающая начальные (предварительные) напряжения в процессе изготовления конструкций до приложения внешних нагрузок в стадии эксплуатации.

2.3 арматура рабочая: Арматура, воспринимающая расчетные усилия в конструкциях для обеспечения их прочности и жесткости.

3 защитный слой бетона: Толщина слоя бетона от грани элемента до ближайшей поверхности арматурного стержня, защищающая арматуру от коррозии.

4 конструкции бетонные: Конструкции, выполненные из бетона без применения арматуры или с малым содержанием арматуры, не влияющей на прочность конструкций.

5 конструкции дисперсно-армированные (фибробетонные, армоцементные): Железобетонные конструкции, включающие дисперсно-расположенные фибры или мелкоячеистые сетки из тонкой стальной проволоки.

6 конструкции железобетонные: Конструкции, выполненные из бетона с рабочей и конструктивной арматурой (армированные бетонные конструкции), совместно воспринимающие расчетные усилия от всех воздействий.

7 конструкции сталежелезобетонные: Железобетонные конструкции, включающие отличные от стержневой арматурной стали стальные элементы, работающие совместно с железобетонными элементами.

8 коэффициент армирования железобетона: Отношение площади сечения арматуры к рабочей площади сечения бетона, выраженное в процентах.

9 марка бетона по водонепроницаемости: Показатель проницаемости бетона, характеризующийся максимальным давлением воды, при котором в условиях стандартных испытаний вода не проникает через бетонный образец.

10 марка бетона по морозостойкости: Установленное нормами минимальное число циклов замораживания и оттаивания образцов бетона, испытанных по стандартным базовым методам, при которых сохраняются их первоначальные физико-механические свойства в нормируемых пределах.

11 марка бетона по самонапряжению: Установленное нормами значение предварительного напряжения в бетоне, МПа, создаваемого в результате его расширения при коэффициенте продольного армирования.

12 начальные характеристики:

12.1 марка бетона по средней плотности: Установленное нормами значение плотности, в кг/м^3, бетонов, к которым предъявляются требования по теплоизоляции.

13 конструкция массивная: Конструкция, для которой отношение поверхности, открытой для ее высыхания, м^2, к ее объему, м^3, равно или меньше 2.

14 механическое соединение арматуры: Соединение, двух арматурных стержней, соединительной муфтой и воспринимающий расчетные усилия сжатия и растяжения.

15 морозостойкость бетона: Способность бетона сохранять физико-механические свойства при многократном переменном замораживании и оттаивании, регламентируется маркой по морозостойкости.

16 сечение наклонное: Сечение элемента плоскостью, наклонной к его продольной оси элемента.

17 сечение нормальное: Сечение элемента плоскостью, перпендикулярной к его продольной оси.

18 опрессованное соединение: Соединение арматурных стержней путем пластической деформации без нагрева стальных соединительных муфт с помощью мобильного оборудования в условиях строительной площадки или стационарного в заводских условиях.

19 плотность бетона: Характеристика бетона, равная отношению его массы к объему, регламентируется маркой по средней плотности.

20 усилие предельное: Наибольшее усилие, которое может быть воспринято элементом, его сечением при принятых характеристиках материалов.

21 проницаемость бетона: Свойство бетона пропускать через себя газы или жидкости при наличии градиента давления (регламентируется маркой по водонепроницаемости) либо обеспечивать диффузионную проницаемость растворенных в воде веществ в отсутствие градиента давления (регламентируется нормируемыми величинами плотности тока и электрического потенциала).

22 высота сечения рабочая: Расстояние от сжатой грани элемента до центра тяжести растянутой продольной арматуры.

23 соединение резьбовое: Соединение арматурных стержней резьбовыми муфтами заводского изготовления.

24 самонапряжение бетона: Напряжение сжатия, возникающее в бетоне конструкции при твердении в результате расширения цементного камня в условиях ограничения этому расширению, регламентируется маркой по самонапряжению.

25 стыки арматуры внахлестку: Соединение арматурных стержней по их длине без сварки путем заведения конца одного арматурного стержня относительно конца другого.

26 цанговое соединение: Соединение арматурных стержней, выполняемое путем защемления арматурных стержней при помощи конусных соединительных пластин располагающихся внутри конусных втулок.

4 Основные буквенные обозначения

Основные буквенные обозначения приведены в Приложении А.

5 Общие требования к бетонным и железобетонным конструкциям

5.1 Бетонные и железобетонные конструкции всех типов должны удовлетворять следующим требованиям по: безопасности зданий и сооружений как в период возведения, так и в период их эксплуатации; эксплуатационной пригодности; долговечности; дополнительным требованиям, указанным в задании на проектирование и СН КР 20-02.

5.2 Для обеспечения требований по безопасности железобетонные конструкции должны иметь такие параметры, чтобы при всех возможных

воздействиях в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений были исключены любые возможные разрушения, связанные с риском причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу, окружающей среде.

5.3 Для обеспечения требований по эксплуатационной пригодности конструкция должна иметь такие параметры, чтобы с надлежащей степенью надежности при всех возможных расчетных воздействиях не происходило образование или чрезмерное раскрытие трещин, а также чрезмерные перемещения, колебания и другие повреждения, затрудняющие нормальную эксплуатацию технологических требований нарушающих нормальную работу оборудования, машин и механизмов, конструктивные и другие требования, установленные при проектировании.

В необходимых случаях конструкции должны иметь характеристики, обеспечивающие требования по теплоизоляции, звукоизоляции, биологической защите и др.

Требования по недопущению образования трещин предъявляют:

- к железобетонным конструкциям, с полностью растянутым сечением, при необходимости обеспечить их непроницаемость (при давлении жидкости или газов, воздействии радиации и т.п.;

- к уникальным конструкциям, с требованиями по повышенной долговечности;

- к конструкциям, эксплуатируемым при воздействии сильно агрессивной среды.

В остальных железобетонных конструкциях образование трещин допускается, но к ним предъявляют требования по ограничению ширины раскрытия трещин.

5.4 Для выполнения требований по долговечности конструкция должна иметь такие параметры, чтобы в период установленного срока службы обеспечивались требования по безопасности и эксплуатационной пригодности с учетом влияния на геометрические характеристики конструкций и механические характеристики материалов различных расчетных воздействий (длительное действие нагрузки, неблагоприятные климатические, технологические, температурные и влажностные воздействия, попеременное замораживание и оттаивание, агрессивные и другие воздействия).

5.5 Безопасность, эксплуатационная пригодность, долговечность элементов бетонных и железобетонных конструкций должны быть обеспечены выполнением следующих групп требований, установленных в настоящих нормах и в разрабатываемых на их основе нормативных и методических документах:

- требований к нормативным и расчетным значениям параметров бетона и арматуры;

- требований к расчетам конструкций по предельным состояниям;

- конструктивных требований по армированию;

- технологических требований по изготовлению и возведению зданий и сооружений;

- требований по эксплуатации железобетонных конструкций зданий и сооружений.

5.6 При проектировании бетонных и железобетонных конструкций надежность конструкций обеспечивают согласно ГОСТ 27751 расчетом с применением расчетных значений нагрузок и воздействий, расчетных характеристик бетона и арматуры (или конструкционной стали), определяемых по с помощью соответствующих частных коэффициентов надежности и уровня ответственности зданий и сооружений.

Нормативные значения нагрузок и воздействий, значения коэффициентов надежности по нагрузке, а также коэффициентов надежности по назначению конструкций устанавливаются соответствующими нормативными документами для строительных конструкций.

Расчетные значения нагрузок и воздействий принимают в зависимости от вида расчетного предельного состояния и расчетной ситуации.

Уровень надежности расчетных значений характеристик материалов устанавливают в зависимости от расчетной ситуации и от опасности достижения соответствующего предельного состояния и регулируют значением коэффициентов надежности по бетону и арматуре (или конструкционной стали).

Расчет бетонных и железобетонных конструкций можно производить по заданному значению надежности на основе вероятностного расчета при наличии достаточных данных об изменчивости основных факторов, входящих в расчетные зависимости.

5.7 Для выполнения требований по надежности (в том числе по безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности) конструкций на стадии проектирования следует осуществлять:

- выбор расчетной схемы конструкции и расчетных ситуаций;

- осуществление расчетов прочности, устойчивости, деформативности в соответствии с нормативными документами, разработанными в развитие настоящих норм, и установление требований к геометрическим параметрам элементов конструкции, характеристикам бетона, армированию;

- осуществление в необходимых случаях расчетов теплоизоляционной, звукоизоляционной способности, огнестойкости, проницаемости, стойкости к воздействиям окружающей среды в соответствии с заданием на проектирование, составленного на основе требований соответствующих нормативных документов;

- разработку рабочих чертежей;

- проведение в необходимых случаях экспериментальной проверки (испытаний);

- анализ условий обеспечения долговечности конструкции и проведение в необходимых случаях расчетов на усталость материалов; установление требований по защите от коррозии и от климатических и эксплуатационных воздействий;

- проверку принятых параметров проектируемой конструкции исходя из необходимости сохранения ее целостности (отсутствия прогрессирующего разрушения) при непредусмотренных (случайных) воздействиях;

- утверждение проектных значений параметров конструкции и установление диапазонов допускаемых фактических значений этих параметров на стадиях строительства и эксплуатации проектируемого объекта;

- определение мероприятий по обеспечению соответствия фактических значений параметров конструкции на стадиях строительства (включая изготовление, транспортирование, монтаж) и эксплуатации конструкции, в том числе установление требований, которые должны быть соблюдены при проведении соответствующих технологических процессов и при контроле качества (в том числе после выполнения определенного этапа работ, после которого подлежащие контролю участки конструкции должны быть скрыты в ходе дальнейшей работы), а также при оценке состояния конструкций в процессе эксплуатации;

- установление требований, соблюдение которых уменьшает риск возникновения разрушений в результате случайных воздействий, являющихся результатом серьезных ошибок, обусловленных человеческим фактором при проектировании, строительстве и эксплуатации.

Примечание – Использованное в данном пункте выражение «в необходимых случаях» относится к случаям, предусмотренным в соответствующих нормативных документах или алгоритмом проектирования, принятым разработчиками.

5.8 При наличии статистических данных, признаваемых разработчиками достоверными и достаточными для принятия решений в отношении обеспечения безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности конструкций на их основе допускается предусматривать порядок проектирования, упрощенный по сравнению с предусмотренным в 5.7. Однако требования по проверке принятых проектных значений конструкции по условиям долговечности и сохранения целостности при случайных воздействиях, а также требования по определению безопасности для стадий строительства и эксплуатации являются обязательными.

5.9 Устанавливаемые в проектной документации требования к стадии строительства должны включать:

- требования к используемым материалам и элементам заводского или построечного изготовления;

- требования к процессу возведения конструкции (устройства основания), в том числе к температурно-влажностным условиям его осуществления, к применяемому технологическому оборудованию и оснастке, к параметрам материалов в момент их укладки, к регулировке положения элементов конструкции, к режимам выдерживания конструкции после окончания выполнения технологических операций, а также к осуществлению приемочного контроля законченных элементов конструкции и конструкции в целом.

5.10 Устанавливаемые в проектной документации требования к стадии эксплуатации должны включать:

- пределы допустимого изменения параметров конструкции и ее элементов в процессе эксплуатации;

- требования к периодичности осмотров и оценки состояния конструкции;

- требования к условиям осуществления ремонтов ремонтируемых элементов и замены неремонтируемых элементов конструкции, в том числе требования безопасности.

5.11 Требования к параметрам конструкции, принятые в результате расчета в проектной документации, должны быть установлены в форме предельных значений этих параметров или в форме номинальных значений с указанием предельных отклонений действительных значений параметров выполненных конструкций от номинальных значений.

6 Характеристики бетона, арматуры и требования к ним

6.1 Нормируемые характеристики бетона

6.1.1 При проектировании бетонных и железобетонных конструкций в соответствии с эксплуатационными требованиями, предъявляемыми к конкретным конструкциям, должны быть установлены вид бетона по ГОСТ 25192, его нормируемые и контролируемые показатели качества, по ГОСТ 4.212.

Для бетонных и железобетонных конструкций применяют бетоны следующих видов: тяжелые, мелкозернистые, легкие, ячеистые, напрягающие, жаростойкие, химически стойкие, радиационно-защитные, полимербетоны, полистиролбетоны, гидротехнические, дорожные и другие виды бетона. Вид бетона принимают в зависимости от назначения конструкции, конструктивного решения, характера нагрузок и воздействий окружающей среды.

6.1.2 Предусмотренные в проектной документации виды бетона должны удовлетворять требованиям, соответствующих стандартов.

6.1.3 При проектировании бетонных и железобетонных конструкций должны устанавливаться нормируемые и контролируемые значения характеристик бетона, обеспечивающие безопасность, эксплуатационную пригодность и долговечность конструкций.

6.1.4 Основными нормируемыми и контролируемыми характеристиками бетонов являются:

- класс по прочности на сжатие B;
- класс по прочности на осевое растяжение B_t;
- марка по морозостойкости F;
- марка по водонепроницаемости W;
- марка по средней плотности D.

Класс бетона по прочности на сжатие B соответствует значению прочности бетона на сжатие в МПа, определяемой испытанием образцов кубов размерами 150x150x150 мм в проектном возрасте с обеспеченностью 0,95 (нормативная кубиковая прочность) и принимается в пределах от B 0,5 до B 120.

Класс бетона по прочности на осевое растяжение B_t соответствует значению прочности бетона на осевое растяжение в МПа с обеспеченностью 0,95 (нормативная прочность бетона на растяжение) и принимается в пределах от B_t 0,4 до B_t 6.

Допускается принимать иное значение обеспеченности прочности бетона на сжатие и осевое растяжение для отдельных специальных видов сооружений (например, для массивных гидротехнических сооружений).

Марка бетона по морозостойкости F соответствует минимальному числу циклов попеременного замораживания и оттаивания, выдерживаемых образцом при стандартном испытании, и принимается в пределах от F15 до F 300.

Марка бетона по водонепроницаемости W соответствует максимальному значению давления воды (в МПа$\times10^{-1}$), выдерживаемому бетонным образцом при стандартном испытании, и принимается в пределах от W 2 до W 20.

Марка бетона по средней плотности D соответствует среднему значению его объемной массы в кг/м^3 и принимается в пределах от D 200 до D 5000.

Для напрягающих бетонов устанавливается марка по самонапряжению.

Классы и марки бетона следует назначать в соответствии с их параметрами рядами, установленными в стандартах на бетоны разных видов.

6.1.5 Проектный возраст бетона, при котором его прочность должна соответствовать классам по прочности на сжатие и по прочности на осевое растяжение, назначают при проектировании исходя из возможных реальных сроков загружения конструкций проектными нагрузками, с учетом способа возведения и условий твердения бетона. При отсутствии этих данных за проектный возраст бетона принимают 28 суток.

6.1.6 Нормируемые и контролируемые характеристики бетона следует назначать с учетом следующих положений.

Класс бетона по прочности на сжатие В и марку бетона по средней плотности D назначают во всех случаях.

Класс бетона по прочности на осевое растяжение B_t назначают в случаях, когда эта характеристика является определяющей для обеспечения требуемой прочности и (или) трещиностойкости конструкции и подлежит контролю на производстве.

Марку бетона по морозостойкости F назначают для конструкций, подвергающихся действию попеременного замораживания и оттаивания.

Марку бетона по водонепроницаемости W назначают для конструкций, к которым предъявляют требования по ограничению водопроницаемости.

6.1.7 В соответствии с требованиями нормативных документов на проектируемые здания или сооружения в проектной документации должны устанавливаться дополнительные нормируемые и контролируемые характеристики бетона, в том числе:

- для бетона, в состав которого входят горючие вяжущие или заполнители, – пожарно-технические характеристики по СН КР 21-01;

- для бетона ограждающих конструкций зданий и сооружений – теплопроводность, сопротивление воздухопроницанию, паропроницаемость, назначаемые по МСН 2.04-02;

- для бетона конструкций, подверженных при эксплуатации воздействию высоких температур – класс по предельно допустимой температуре применения, марка по термостойкости, назначаемые по ГОСТ 20910;

- для бетона конструкций, подверженных при эксплуатации агрессивным воздействиям среды – показатели проницаемости по СНиП 2.03.11 и (или) характеристики защитных свойств бетона по отношению к арматуре.

6.1.8 В проектной документации на конструкций должны быть указаны требования к значениям показателей бетона, контролируемым на разных стадиях изготовления, в том числе к значениям передаточной, распалубочной, отпускной прочности.

6.1.9 Для бетона, плотность которого нормируется и контролируется в сухом состоянии, в проектной документации должны быть установлены требования к отпускной влажности.

6.1.10 В соответствии с требованиями стандартов и технических условий на бетон конструкций конкретного вида в проектной документации могут указываться нормируемые и контролируемые значения показателей деформации усадки, ползучести, выносливости, тепловыделения, призменной прочности,

модуля упругости, коэффициента Пуассона, защитных свойств бетона по отношению к арматуре.

6.1.11 Показатели качества бетона должны быть обеспечены соответствующим проектированием состава бетонной смеси (на основе характеристик материалов для бетона и требований к бетону), технологией приготовления бетонной смеси и производства работ.

6.2 Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных показателей бетона

6.2.1 Основными показателями прочности и деформативности бетона являются их нормативные значения:

- сопротивления бетона осевому сжатию $R_{b,n}$;
- сопротивления бетона осевому растяжению $R_{bt,n}$.

Нормативное значение сопротивления бетона осевому сжатию (призменная прочность) и нормативное значение сопротивления бетона осевому растяжению устанавливаются в зависимости от нормативной прочности образцов-кубов (нормативная кубиковая прочность) для соответствующего вида бетона и контролируется на производстве.

Соотношение между нормативными значениями призменной и кубиковой прочности бетона на сжатие, а также соотношение между нормативными значениями прочности бетона на растяжение и прочности бетона на сжатие для соответствующего вида бетона устанавливают в нормативных документах по расчету бетонных и железобетонных конструкций. При проектировании конструкций в условиях налаженного производства бетона, эти соотношения могут устанавливаться по результатам стандартных испытаний.

При назначении класса бетона по прочности на осевое растяжение нормативное значение сопротивление бетона осевому растяжению принимают равным числовой характеристике класса бетона на осевое растяжение, контролируемой на производстве.

6.2.2 Основными деформационными характеристиками бетона являются нормативные значения:

- предельных относительных деформаций бетона при осевом сжатии и осевом растяжении $\varepsilon_{b0,n}$ и $\varepsilon_{bt0,n}$;
- начального модуля упругости бетона $E_{b,n}$;

Кроме того, устанавливают следующие деформационные характеристики:

- начальный коэффициент поперечной деформации бетона ν_b,Р;
- модуль сдвига бетона G;
- коэффициент температурной деформации бетона α_{bt};

- относительные деформации ползучести бетона ε_{cr} (или соответствующие им характеристику ползучести $\varphi_{b,cr}$, меру ползучести $C_{b,cr}$);

- относительные деформации усадки бетона ε_{shr}.

Нормативные значения предельных относительных деформаций бетона при осевом сжатии и растяжении и начального модуля упругости бетона устанавливают в зависимости от вида бетона, класса бетона по прочности на сжатие, марки бетона по средней плотности, а также в зависимости от технологических параметров бетона, если они известны (состава и характеристики бетонной смеси, способов твердения бетона и других параметров).

6.2.3 В качестве обобщенной характеристики механических свойств бетона при одноосном напряженном состоянии следует принимать нормативную диаграмму состояния (деформирования) бетона, устанавливающую связь между напряжениями $\sigma_{b,n}$ ($\sigma_{bt,n}$) и продольными относительными деформациями $\varepsilon_{b,n}$ ($\varepsilon_{bt,n}$) сжатого (растянутого) бетона при кратковременном действии однократно приложенной нагрузки от начального (нулевого) значения вплоть до предельных значений, соответствующий разрушению бетона.

В общем случае диаграмма состояния бетона имеет криволинейную диаграмму очертания с ниспадающей ветвью. Для практических расчетов допускается криволинейную диаграмму заменять упрощенной-ломанной, состоящей из отдельных прямолинейных наклонных и горизонтальных участков.

Нормативные диаграммы состояния бетона определяют базовыми точками с нормативными значениями напряжений и относительных деформаций.

Нормативные диаграммы состояния бетона устанавливаются в строительных правилах (СП) по расчету бетонных и железобетонных конструкций. При расчетах конструкций, осуществляемых в условиях налаженного производства бетона, эти соотношения могут устанавливаться по результатам стандартных испытаний.

6.2.4 Основными расчетными прочностными характеристиками бетона, используемыми в расчете, являются расчетные значения сопротивления бетона:

- осевому сжатию R_b;

- осевому растяжению R_{bt}.

Расчетные значения прочностных характеристик бетона следует определять делением нормативных значений сопротивления бетона осевому сжатию и растяжению на соответствующие коэффициенты надежности по бетону при сжатии и растяжении.

Значения коэффициентов надежности следует принимать в зависимости от вида бетона, расчетной характеристики бетона, рассматриваемого предельного состояния, но не менее:

для коэффициента надежности по бетону при сжатии:

1,3 – для предельных состояний первой группы;

1,0 – для предельных состояний второй группы;

для коэффициента надежности по бетону при растяжении:

1,5 – для предельных состояний первой группы при назначении класса бетона по прочности на сжатие;

1,3 – то же, при назначении класса бетона по прочности на осевое растяжение;

1,0 – для предельных состояний второй группы.

Расчетные значения основных деформационных характеристик бетона для предельных состояний первой и второй групп следует принимать равными их нормативным значениям.

Влияние характера нагрузки, окружающей среды, напряженного состояния бетона, конструктивных особенностей элемента и других факторов, не отражаемых непосредственно в расчетах, следует учитывать в расчетных прочностных и деформационных характеристиках бетона коэффициентами условий работы бетона γ_{bi}.

При проектировании бетонных и железобетонных конструкций с заданным сроком эксплуатации коэффициент условий работы бетона при длительном загружении $\gamma_{b2(\tau)}$ следует принимать, если установлено определение их в техническом задании на проектирование в соответствии со значениями, приведенными в таблице 6.2.4.1 .

Т а б л и ц а 6.2.4.1.

τ	(1÷3) сек	60 мин	1 сутки	3 суток	1 год	3 года	10 лет	50 лет	100 и. более лет
$\gamma_{b2(\tau)}$	1,099	1,003	0,954	0,926	0,831	0,794	0,784	0,767	0,748
$\gamma_{b2(\tau)}$ эксп.	1,10	1,00	0,960	0,925	0,830	0,800	0,780	0,765	0,750

П р и м е ч а н и е – τ - срок эксплуатации

τ = 1-3 сек. – при учете в рассматриваемом сочетании кратковременных и особых нагрузок непродолжительного действия

τ = 60мин – время действия статической нагрузки при испытании бетонных образцов на осевое сжатие.

В остальных случаях значение коэффициента $\gamma_{b2(\tau)}$ принимают в зависимости от назначения конструкции и условий окружающей среды согласно специальным указаниям.

6.2.5 Расчетные диаграммы состояния (деформирования) бетона следует определять путем замены нормативных значений параметров базовых точек диаграмм на их соответствующие расчетные значения согласно п. 6.2.4.

При определении расчетных параметров диаграмм следует учитывать влияние характера нагружения и окружающей среды, вида напряженного состояния и другие факторы, влияющие на диаграммы состояния бетона.

6.2.6 Значения прочностных характеристик бетона при плоском (двухосном) или объемном (трехосном) напряженном состоянии следует определять с учетом вида и класса бетона из критерия, выражающего связь между предельными значениями напряжений, действующих в двух или трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Деформации бетона следует определять с учетом плоского или объемного напряженных состояний.

6.2.7 Характеристики бетона – матрицы в дисперсно-армированных конструкциях принимают как для бетонных и железобетонных конструкций (раздел 6.1).

Характеристики фибробетона в фибробетонных конструкциях устанавливают в зависимости от характеристик бетона, относительного содержания, формы, размеров и расположения фибр в бетоне, их сцепления с бетоном и физико-механических свойств, а также в зависимости от размеров элемента или конструкции.

6.3 Нормируемые характеристики арматуры

6.3.1 При проектировании железобетонных конструкций, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ним, должны быть установлены вид арматуры, ее нормируемые и контролируемые показатели качества.

6.3.2 Для железобетонных конструкций следует применять следующие виды арматуры, предусмотренные соответствующими стандартами:

- горячекатаную гладкую и периодического профиля диаметром 3–80 мм;
- термомеханически упрочненную периодического профиля диаметром 6–40 мм;
- механически упрочненную в холодном состоянии (холоднодеформированную) периодического профиля или гладкую, диаметром 3–12 мм;
- арматурные канаты диаметром 6–15 мм.

В большепролетных конструкциях могут быть применены стальные канаты (спиральные, двойной свивки, закрытые).

Для дисперсного армирования бетона следует применять фибру или частые сетки.

Для сталежелезобетонных конструкций (конструкций, состоящих из стальных и железобетонных элементов) применяют стальной листовой и профильный прокат, гнутые профили и трубы.

6.3.3 Вид арматуры следует принимать в зависимости от назначения конструкции, конструктивного решения, характера нагрузок и воздействий окружающей среды.

6.3.4 Основным нормируемым и контролируемым показателем качества стальной арматуры является класс арматуры по прочности на растяжение, обозначаемый:

А – для горячекатаной и термомеханически упрочненной арматуры;

В – для холоднодеформированной арматуры;

К – для арматурных канатов.

Класс арматуры соответствуют гарантированному значению предела текучести (физического или условного) в МПа с обеспеченностью не менее 0,95 и принимаются в пределах от А 240 до А 1500, от В500 до В2000 и от К1400 до К2500.

Классы арматуры следует назначать в соответствии с их параметрическими рядами, установленными в соответствующих стандартах.

6.3.5 Кроме требований по прочности на растяжение, к арматуре предъявляют также требования по дополнительным показателям, определяемым по соответствующим стандартам: свариваемость, выносливость, пластичность, стойкость против коррозионного растрескивания, релаксационная стойкость, хладостойкость, стойкость при высоких температурах, относительное удлинение при разрыве и др.

К неметаллической арматуре (в том числе фибре) предъявляют также требования по щелочестойкости и адгезии к бетону.

6.3.6 Необходимые показатели принимают при проектировании железобетонных конструкций в соответствии с требованиями расчетов и изготовления, а также в соответствии с условиями эксплуатации конструкций с учетом различных воздействий окружающей среды.

6.4 Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик арматуры

6.4.1 Основными показателями прочности и деформативности арматуры являются их нормативные значения.

Основной характеристикой прочности арматуры при растяжении (сжатии) является нормативное сопротивление $R_{s,n}$, равное значению физического предела текучести или значению условного предела текучести, соответствующего

остаточному удлинению (укорочению), равному 0,2 %. Кроме того, нормативные значения сопротивления арматуры при сжатии ограничивают значениями, отвечающими деформациям, равным предельным относительным деформациям укорочения бетона, окружающего рассматриваемую сжатую арматуру.

Основными деформационными характеристиками арматуры являются нормативные значения:

- относительных деформаций удлинения арматуры $\varepsilon_{s0,n}$ при достижении напряжениями нормативных значений $R_{s,n}$;

- модуля упругости арматуры $E_{s,n}$.

Для арматуры с физическим пределом текучести нормативные значения относительной деформации удлинения арматуры $\varepsilon_{s0,n}$ определяют как упругие относительные деформации при нормативных значениях сопротивления арматуры и ее модуля упругости.

Для арматуры с условным пределом текучести нормативные значения относительной деформации удлинения арматуры $\varepsilon_{s0,n}$ определяют как сумму остаточного удлинения арматуры, равного 0,2 %, и упругих относительных деформаций при напряжении, равном условному пределу текучести.

Для сжатой арматуры нормативные значения относительной деформации укорочения принимают такими же, как при растяжении, за исключением специально оговоренных случаев, но не более предельных относительных деформаций укорочения бетона.

Нормативные значения модуля упругости арматуры при сжатии и растяжении принимают одинаковыми и устанавливают для соответствующих видов и классов арматуры.

6.4.2 В качестве обобщенной характеристики механических свойств арматуры следует принимать нормативную диаграмму состояния (деформирования) арматуры, устанавливающую связь между напряжениями $\sigma_{s,n}$ и относительными деформациями $\varepsilon_{s,n}$ арматуры при кратковременном действии однократно приложенной нагрузки (согласно стандартным испытаниям) вплоть до достижения их установленных нормативных значений.

Диаграммы состояния арматуры при растяжении и сжатии принимают одинаковыми, за исключением случаев, когда рассматривается работа арматуры, в которой ранее были неупругие деформации противоположного знака.

Характер диаграммы состояния арматуры устанавливают в зависимости от вида арматуры.

6.4.3 Расчетные значения сопротивления арматуры R_s определяют делением нормативных значений сопротивления арматуры на коэффициент надежности по арматуре.

Значения коэффициента надежности следует принимать в зависимости от класса арматуры и рассматриваемого предельного состояния, но не менее:

при расчете по предельным состояниям первой группы – 1,1;

при расчете по предельным состояниям второй группы – 1,0.

Расчетные значения модуля упругости арматуры E_s принимают равными их нормативным значениям.

Влияние характера нагрузки, окружающей среды, напряженного состояния арматуры, технологических факторов и других условий работы, не отражаемых непосредственно в расчетах, следует учитывать в расчетных прочностных и деформационных характеристиках арматуры коэффициентами условий работы арматуры γ_{si}.

Для поперечной арматуры всех классов расчетные значения сопротивления R_{sw} следует принимать не более 300 МПа.

6.4.4 Расчетные диаграммы состояния арматуры следует определять путем замены нормативных значений параметров диаграмм на их соответствующие расчетные значения, принимаемые по указаниям 6.4.3.

7 Требования к расчету бетонных и железобетонных конструкций

7.1 Общие положения

7.1.1 Расчеты бетонных и железобетонных конструкций следует производить по методу предельных состояний (ГОСТ 27751), к которым относятся:

- предельные состояния первой группы, приводящие к полной непригодности эксплуатации конструкций;
- предельные состояния второй группы, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций или уменьшающие долговечность зданий и сооружений по сравнению с предусмотренным сроком службы.

Расчеты должны обеспечивать надежность конструкций зданий и сооружений от наступления предельных состояний в течение всего срока их службы, а также в период производства работ, в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями.

7.1.2 Расчеты по предельным состояниям первой группы включают:

- расчет по прочности;
- расчет по устойчивости формы (для тонкостенных конструкций);

- расчет по устойчивости положения (опрокидывание, скольжение, всплывание).

Расчеты по прочности бетонных и железобетонных конструкций следует производить из условия, по которому усилия и напряжения в конструкциях от различных внешних воздействий, с учетом начального напряженного состояния (преднапряжение, температурные и другие воздействия) не должны превышать значений усилий воспринимаемых конструкцией и напряжений, установленных нормами.

При расчете по прочности следует производить расчеты по огнестойкости и огнесохранности по соответствующим нормативным документам.

Расчеты по устойчивости формы конструкции, а также по устойчивости положения (с учетом совместной работы конструкции и основания, их деформационных свойств, сопротивления сдвигу по контакту с основанием и других особенностей) производят согласно указаниям нормативных документов на отдельные виды конструкций.

В необходимых случаях должны быть произведены расчеты по предельным состояниям первой группы, связанные с чрезмерными деформациями, сдвигами в соединениях и другими явлениями.

7.1.3 Расчеты по предельным состояниям второй группы включают:

- расчет по образованию трещин;
- расчет по раскрытию трещин;
- расчет по деформациям.

Расчет бетонных и железобетонных конструкций по образованию трещин производят из условия, по которому усилия, напряжения или деформации в конструкциях от различных воздействий не должны превышать соответствующих их предельных значений, воспринимаемых конструкцией при образовании трещин.

Расчет железобетонных конструкций по раскрытию трещин производят из условия, по которому ширина раскрытия трещин в конструкции от различных воздействий не должна превышать предельно допустимых значений, устанавливаемых в зависимости от требований, предъявляемых к конструкции, условий ее эксплуатации, воздействия окружающей среды и характеристик материалов с учетом особенностей коррозионного поведения арматуры.

Расчет бетонных и железобетонных конструкций по деформациям производят из условия, по которому прогибы, углы поворота, перемещения и амплитуды колебания конструкций от различных воздействий не должны превышать соответствующих предельно допустимых значений.

Для конструкций, в которых не допускается образование трещин, должны быть обеспечены требования по отсутствию трещин. Для конструкций, в которых

допускается образование трещин, расчет по образованию трещин производят для определения необходимости расчета по раскрытию трещин и учета трещин при расчете по деформациям.

7.1.4 Расчет бетонных и железобетонных конструкций по долговечности (исходя из расчетов по предельным состояниям первой и второй групп) производят из условия, по которому при заданных параметрах конструкции (размерах, количестве арматуры и других), показателях качества бетона (прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, коррозионной стойкости, температуростойкости и других) и арматуры (прочности, коррозионной стойкости и других) с учетом влияния окружающей среды продолжительность межремонтного периода и срока службы конструкции, здания или сооружения должны быть не менее установленных для конкретных типов зданий и сооружений.

Кроме этого, в необходимых случаях следует производить расчеты по теплопроводности, звукоизоляции, биологической защите и другим параметрам.

7.1.5 Расчет бетонных и железобетонных конструкций (линейных, плоскостных, пространственных, массивных) по предельным состояниям первой и второй групп производят с учетом физической нелинейности (неупругих деформаций бетона и арматуры), возможного образования трещин и в необходимых случаях – анизотропии, накопления повреждений и геометрической нелинейности (влияние деформаций на изменение усилий в конструкциях).

Физическую нелинейность и анизотропию следует учитывать в соотношениях, связывающих напряжения и деформации (или усилия и перемещения), а также в условиях прочности и трещиностойкости материала.

В статически неопределимых конструкциях следует учитывать перераспределение усилий в элементах системы вследствие образования трещин и развития неупругих деформаций в бетоне и арматуре вплоть до возникновения первого предельного состояния в элементе. При отсутствии методов расчета, учитывающих неупругие свойства железобетона, или данных о неупругой работе железобетонных элементов, допускается определять усилия и напряжения в статически неопределимых конструкциях и системах в предположении упругой работы железобетонных элементов. При этом рекомендуется учитывать влияние физической нелинейности путем корректировки результатов линейного расчета на основе данных экспериментальных исследований, нелинейного моделирования, результатов расчета аналогичных объектов и экспертных оценок.

7.1.6 При расчете конструкций по прочности, деформациям, образованию и раскрытию трещин на основе дискретных методов (в том числе МКЭ, используемого в программных комплексах ЭВМ) должны быть проверены условия прочности и трещиностойкости для всех конечных элементов,

составляющих конструкцию, а также условия возникновения чрезмерных перемещений конструкции. При оценке предельного состояния по прочности допускается полагать отдельные конечные элементы разрушенными, если это не влечет за собой прогрессирующего разрушения здания или сооружения и по истечении действия рассматриваемой нагрузки эксплуатационная пригодность здания или сооружения сохраняется или может быть восстановлена.

Расчет различных бетонных и железобетонных конструкций методом конечных элементов (МКЭ) производят с использованием соответствующей матрицы жесткости конечных элементов, которую устанавливают на основе общих моделей деформирования и прочности бетона и железобетона при различных напряженных состояниях конструкций. Особенности деформирования и разрушения конструкций с различным видом напряженного состояния учитывают в физических соотношениях, связи относительных деформаций и напряжений.

7.1.7 Определение предельных усилий и деформаций в бетонных и железобетонных конструкциях следует производить на основе расчетных схем (моделей), наиболее близко отвечающих реальному физическому характеру работы конструкций и материалов в рассматриваемом предельном состоянии.

Несущую способность железобетонных конструкций, способных претерпевать большие пластические деформации (в частности, при использовании арматуры с физическим пределом текучести), допускается определять методом предельного равновесия.

7.1.8 Расчеты бетонных и железобетонных конструкций следует производить на все виды нагрузок, отвечающих функциональному назначению зданий и сооружений, с учетом влияния окружающей среды (климатических воздействий и воды – для конструкций, окруженных водой), а в необходимых случаях – с учетом воздействия пожара, технологических температурных и влажностных воздействий и воздействий агрессивных химических сред. При этом следует рассматривать различные расчетные ситуации в соответствии с ГОСТ 27751.

7.1.9 Расчеты бетонных и железобетонных конструкций производят на действие изгибающих моментов, продольных сил, поперечных сил и крутящих моментов, а также на местное действие нагрузки.

7.1.10 При расчетах бетонных и железобетонных конструкций следует учитывать особенности свойств различных видов бетона и арматуры, влияния на них характера нагрузки и окружающей среды, способов армирования, совместность работы арматуры и бетона (при наличии и отсутствии сцепления арматуры с бетоном), технологии изготовления конструктивных типов железобетонных элементов зданий и сооружений.

7.1.11 Расчет предварительно напряженных конструкций производят с учетом начальных (предварительных) напряжений и деформаций в арматуре и бетоне, потерь предварительного напряжения и особенностей передачи предварительного напряжения на бетон.

7.1.12 Расчет сборно-монолитных и сталежелезобетонных конструкций производят с учетом начальных напряжений и деформаций, полученных сборными железобетонными или стальными несущими элементами от действия нагрузок при укладке монолитного бетона до набора его прочности и обеспечения совместной работы со сборными железобетонными или стальными несущими элементами. При расчете сборно-монолитных и сталежелезобетонных конструкций должна быть обеспечена прочность контактных швов сопряжения сборных железобетонных и стальных несущих элементов с монолитным бетоном, осуществляемых за счет трения, сцепления по контакту материалов или путем устройства шпоночных соединений, выпусков арматуры и специальных анкерных устройств.

В монолитных конструкциях должна быть обеспечена прочность конструкции с учетом рабочих швов бетонирования.

7.1.13 При расчете элементов сборных конструкций на воздействие усилий, возникающих при их подъеме, транспортировании и монтаже, нагрузку от собственного веса элемента следует вводить в расчет с коэффициентом динамичности, равным: 1,6 – при транспортировании; 1,4 – при подъеме и монтаже. В этом случае коэффициент перегрузки к нагрузке от собственного веса элемента не вводится. Для указанных выше коэффициентов динамичности допускается принимать более низкие значения, если это подтверждено опытом применения конструкций, но не ниже 1,25. Численные значения могут быть изменены согласно технического задания.

При расчете сборных конструкций должна быть обеспечена прочность узловых и стыковых сопряжений сборных элементов, осуществленных путем соединения стальных закладных деталей, выпусков арматуры и замоноличивания бетоном.

7.1.14 Расчет дисперсно-армированных конструкций (фибробетонных, армоцементных) производят с учетом характеристик дисперсно-армированного бетона, дисперсной арматуры и особенностей работы дисперсно-армированных конструкций.

7.1.15 При расчете плоских и пространственных конструкций, подвергаемых силовым воздействиям в двух взаимно перпендикулярных направлениях, рассматривают отдельные, выделенные из конструкции плоские или пространственные малые характерные элементы с усилиями, действующими по боковым сторонам элемента. При наличии трещин эти усилия определяют с

учетом расположения трещин, жесткости арматуры (осевой и тангенциальной), жесткости бетона (между трещинами и в трещинах) и других особенностей. При отсутствии трещин усилия определяют как для сплошного тела.

Допускается при наличии трещин определять усилия в предположении упругой работы железобетонного элемента.

Расчет элементов следует производить по наиболее опасным сечениям, расположенным под углом по отношению к направлению действующих на элемент усилий, на основе расчетных моделей, учитывающих работу растянутой арматуры в трещине и работу бетона между трещинами в условиях плоского напряженного состояния.

Расчет плоских и пространственных конструкций допускается производить для конструкции в целом на основе метода предельного равновесия, в том числе с учетом деформированного состояния к моменту разрушения, а также с использованием упрощенных расчетных моделей.

7.1.16 При расчете массивных конструкций, подвергаемых силовым воздействиям в трех взаимно перпендикулярных направлениях, рассматривают условно выделенные из конструкции малые объемные характерные элементы с усилиями, действующими по граням элемента. При этом усилия определяют на основе предпосылок, аналогичным принятым для плоскостных элементов (п.7.1.15).

Расчет элементов производят по наиболее опасным сечениям, расположенным под углом по отношению к направлению действующих на элемент усилий, на основе расчетных моделей, учитывающих работу бетона и арматуры в условиях объемного напряженного состояния.

7.1.17 Для конструкций сложной конфигурации (например, пространственных), кроме расчетных методов оценки несущей способности, трещиностойкости и деформативности, могут быть использованы также результаты испытания физических моделей.

7.2 Расчет бетонных и железобетонных элементов по прочности

7.2.1 Расчет бетонных и железобетонных элементов по прочности производят:

- по нормальным сечениям (при действии изгибающих моментов и продольных сил) по нелинейной деформационной модели, а для простых по конфигурации элементов – по предельным усилиям;
- по наклонным сечениям (при действии поперечных сил), по пространственным сечениям (при действии крутящих моментов), на местное действие нагрузки (местное сжатие, продавливание) - по предельным усилиям.

Расчет по прочности коротких железобетонных элементов (коротких консолей и других элементов) производят на основе каркасно-стержневой модели.

Методика расчета приведены в приложениях Е, Ж, И.

7.2.2 Расчет по прочности бетонных и железобетонных элементов по предельным усилиям производят из условия, по которому усилие F от внешних нагрузок и воздействий в рассматриваемом сечении не должно превышать предельного усилия F_{ult}, которое может быть воспринято элементом в этом сечении

$$F \leq F_{ult}. \tag{7.1}$$

Расчет бетонных элементов по прочности

7.2.3 Бетонные элементы в зависимости от условий их работы и требований, предъявляемых к ним, следует рассчитывать по нормальным сечениям по предельным усилиям без учета (7.2.4) или с учетом (7.2.5) сопротивления бетона растянутой зоны.

7.2.4 Без учета сопротивления бетона растянутой зоны производится расчет внецентренно сжатых бетонных элементов при значениях эксцентриситета продольной силы, не превышающих 0,9 расстояния от центра тяжести сечения до наиболее сжатого волокна. При этом предельное усилие, которое может быть воспринято элементом, определяют по расчетным сопротивлениям бетона сжатию R_b, равномерно распределенным по условной сжатой зоне сечения с центром тяжести, совпадающим с точкой приложения продольной силы.

Для массивных бетонных конструкций гидротехнических сооружений следует принимать в сжатой зоне треугольную эпюру напряжений, не превышающих расчетного значения сопротивления бетона сжатию R_b. При этом эксцентриситет продольной силы относительно центра тяжести сечения не должен превышать 0,65 расстояния от центра тяжести до наиболее сжатого волокна бетона.

7.2.5 С учетом сопротивления бетона растянутой зоны производят расчет внецентренно сжатых бетонных элементов с эксцентриситетом продольной силы, больше указанного в 7.2.4, изгибаемых бетонных элементов (которые допускаются к применению), а также внецентренно сжатых элементов с эксцентриситетом продольной силы, указанным в 7.2.4, но в которых по условиям эксплуатации не допускается образование трещин. При этом предельное усилие, которое может быть воспринято сечением элемента, определяют как для упругого тела при максимальных растягивающих напряжениях, равных расчетному значению сопротивления бетона растяжению R_{bt}.

7.2.6 При расчете внецентренно сжатых бетонных элементов следует учитывать влияние продольного изгиба и случайных эксцентриситетов.

Расчет железобетонных элементов по прочности нормальных сечений

7.2.7 Расчет железобетонных элементов по предельным усилиям, которые могут быть восприняты бетоном и арматурой в нормальном сечении, производится из следующих положений:

- сопротивление бетона растяжению принимают равным нулю;
- сопротивление бетона сжатию принимается, равными расчетному сопротивлению бетона сжатию и равномерно распределенным по условной сжатой зоне бетона;
- растягивающие и сжимающие напряжения в арматуре принимаются не более расчетного сопротивления соответственно растяжению и сжатию.

7.2.8 Расчет железобетонных элементов по нелинейной деформированной модели диаграмм состояния бетона и арматуры производится исходя из гипотезы плоских сечений. Критерием прочности нормальных сечений является достижение предельных относительных деформаций в бетоне или арматуре.

7.2.9 При расчете внецентренно сжатых элементов следует учитывать случайный эксцентриситет и влияние продольного изгиба.

Расчет железобетонных элементов по прочности наклонных сечений

7.2.10 Расчет железобетонных элементов по прочности наклонных сечений производят:

- на действие поперечной силы;
- на действие изгибающего момента;
- на действие поперечной силы по полосе между наклонными сечениями.

7.2.11 При расчете железобетонного элемента по прочности наклонного сечения на действие поперечной силы, предельная поперечная сила, определяется как сумма поперечных сил, воспринимаемых бетоном в наклонном сечении и поперечной арматурой, пересекающей наклонное сечение.

7.2.12 При расчете железобетонного элемента по прочности наклонного сечения на действие изгибающего момента предельный момент определяется как сумма моментов, воспринимаемых пересекающей наклонное сечение продольной и поперечной арматурой, относительно оси, проходящей через точку приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне.

7.2.13 При расчете железобетонного элемента по полосе между наклонными сечениями на действие поперечной силы предельная поперечная сила

определяется исходя из прочности наклонной бетонной полосы, находящейся под воздействием сжимающих усилий вдоль полосы и растягивающих усилий от поперечной арматуры, пересекающей наклонную полосу.

Расчет железобетонных элементов по прочности пространственных сечений

7.2.14 При расчете железобетонных элементов по прочности пространственных сечений предельный крутящий момент, воспринимаемый элементом, определяется как сумма крутящих моментов, воспринимаемых продольной и поперечной арматурой, расположенной у каждой грани элемента и пересекающей пространственное сечение. Кроме этого, следует производить расчет по прочности железобетонного элемента по бетонной полосе, расположенной между пространственными сечениями и находящейся под воздействием сжимающих усилий вдоль полосы и растягивающих усилий от поперечной арматуры, пересекающей полосу.

Расчет железобетонных элементов на местное действие нагрузки

7.2.15 При расчете железобетонных элементов на местное сжатие предельную сжимающую силу, которая может быть воспринята элементом, следует определять исходя из сопротивления бетона при объемном напряженном состоянии, создаваемым окружающим бетоном и косвенной арматурой, если она установлена.

7.2.16 Расчет на продавливание производят для плоских железобетонных элементов (плит) при действии сосредоточенных силы и момента в зоне продавливания. Предельное усилие, которое может быть воспринято железобетонным элементом при продавливании, следует определять как сумму предельных усилий, воспринимаемых бетоном и поперечной арматурой, расположенной в зоне продавливания.

7.3 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин

7.3.1 Расчет железобетонных элементов по образованию нормальных трещин производят по предельным усилиям или по нелинейной деформационной модели. Расчет по образованию наклонных трещин производят по предельным усилиям.

7.3.2 Расчет по образованию трещин железобетонных элементов по предельным усилиям производят из условия, по которому усилие F от внешних

нагрузок и воздействий в рассматриваемом сечении не должно превышать предельного усилия F_{crc}, которое может быть воспринято железобетонным элементом при образовании трещин

$$F \leq F_{crc,ult}. \tag{7.2}$$

7.3.3 Предельное усилие, воспринимаемое железобетонным элементом при образовании нормальных трещин, следует определять исходя из расчета железобетонного элемента как сплошного тела с учетом упругих деформаций в арматуре и неупругих деформаций в растянутом и сжатом бетоне при максимальных нормальных растягивающих напряжениях в бетоне, равных расчетным значениям сопротивления бетона растяжению R_{bt}.

7.3.4 Расчет железобетонных элементов по образованию нормальных трещин по нелинейной деформационной модели производят на основе диаграмм состояния арматуры, растянутого и сжатого бетона и гипотезы плоских сечений. Критерием образования трещин является достижение предельных относительных деформаций в растянутом бетоне.

7.3.5 Предельное усилие, которое может быть воспринято железобетонным элементом при образовании наклонных трещин, следует определять исходя из расчета железобетонного элемента как сплошного упругого тела и критерия прочности бетона при плоском напряженном состоянии «сжатие – растяжение».

7.4 Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин

7.4.1 Расчет железобетонных элементов производят по раскрытию нормальных и наклонных трещин в случаях, если расчетом на образование трещин установлено, что трещины в элементах образуются.

7.4.2 Расчет по раскрытию трещин производится из условия, по которому ширина раскрытия трещин от внешней нагрузки a_{crc} не должна превосходить предельно допустимого значения ширины раскрытия трещин $a_{crc,ult}$

$$a_{crc} \leq a_{crc,ult}. \tag{7.3}$$

7.4.3 Расчет железобетонных элементов следует производить по продолжительному и по непродолжительному раскрытию нормальных и наклонных трещин.

Ширину продолжительного раскрытия трещин определяют по формуле

$$a_{crc} = a_{crc1}, \tag{7.4}$$

а непродолжительного раскрытия трещин – по формуле

$$a_{crc} = a_{crc1} + a_{crc2} - a_{crc3}, \tag{7.5}$$

где a_{crc1} – ширина раскрытия трещин от продолжительного действия постоянных и временных длительных нагрузок;

a_{crc2} – ширина раскрытия трещин от непродолжительного действия постоянных и временных (длительных и кратковременных) нагрузок;

a_{crc3} – ширина раскрытия трещин от непродолжительного действия постоянных и временных длительных нагрузок.

7.4.4 Ширину раскрытия нормальных трещин определяют как произведение средних относительных деформаций арматуры на участке между трещинами и длины этого участка. Средние относительные деформации арматуры между трещинами определяют с учетом работы растянутого бетона между трещинами. Относительные деформации арматуры в трещине определяют из условно упругого расчета железобетонного элемента с трещинами с использованием приведенного модуля деформации сжатого бетона, установленного с учетом влияния неупругих деформаций бетона сжатой зоны, или по нелинейной деформационной модели. Расстояние между трещинами определяют из условия, по которому разность усилий в продольной арматуре в сечении с трещиной и между трещинами должна быть воспринята усилиями сцепления арматуры с бетоном на длине этого участка.

Ширину раскрытия нормальных трещин следует определять с учетом характера действия нагрузки (повторяемости, длительности и т.п.) и вида профиля арматуры.

7.4.5 Предельно допустимую ширину раскрытия трещин следует устанавливать исходя из эстетических соображений, наличия требований к проницаемости конструкций, а также в зависимости от длительности действия нагрузки, вида арматурной стали и ее склонности к развитию коррозии в трещине.

При этом предельно допустимое значение ширины раскрытия трещин $a_{\text{crc,ult}}$ следует принимать не более:

а) из условия сохранности арматуры:

0,3 мм –при продолжительном раскрытии трещин;

0,4 мм – при непродолжительном раскрытии трещин;

б) из условия ограничения проницаемости конструкций:

0,2 мм – при продолжительном раскрытии трещин;

0,3 мм – при непродолжительном раскрытии трещин.

Для массивных гидротехнических сооружений предельно допустимые значения ширины раскрытия трещин устанавливают по соответствующим нормативным документам в зависимости от условий работы конструкций и других факторов, но не более 0,5 мм.

7.5 Расчет железобетонных элементов по деформациям

7.5.1 Расчет железобетонных элементов по деформациям производят из условия, по которому прогибы или перемещения конструкций f от действия внешней нагрузки не должны превышать предельно допустимых значений прогибов или перемещений f_{ult}

$$f \leq f_{ult}. \tag{7.6}$$

7.5.2 Прогибы или перемещения железобетонных конструкций определяют по общим правилам строительной механики в зависимости от изгибных, сдвиговых и осевых деформационных (жесткостных) характеристик железобетонного элемента (кривизны, углов сдвига и т.д.) в сечениях по его длине.

7.5.3 Если прогибы железобетонных элементов в основном зависят от изгибающих моментов, значения прогибов определяют по приведенным жесткостям или кривизнам сечений с учетом влияние трещин.

Жесткость рассматриваемого сечения железобетонного элемента определяют по общим правилам сопротивления материалов: для сечения без трещин – как для условно упругого сплошного элемента, а для сечения с трещинами – как для условно упругого элемента с трещинами (принимая линейную зависимость между напряжениями и деформациями). Влияние неупругих деформаций бетона учитывают с помощью приведенного модуля деформаций бетона, а влияние работы растянутого бетона между трещинами – с помощью приведенного модуля деформаций арматуры.

Кривизну железобетонного элемента определяют как частное от деления изгибающего момента на жесткость железобетонного сечения при изгибе.

Расчет деформаций железобетонных конструкций с учетом трещин производят в тех случаях, когда расчетная проверка на образование трещин показывает, что трещины образуются. В противном случае производят расчет деформаций как для железобетонного элемента без трещин.

Кривизну и продольные деформации железобетонного элемента также определяют по нелинейной деформационной модели исходя из уравнений равновесия внешних и внутренних усилий, действующих в нормальном сечении элемента, гипотезы плоских сечений, диаграмм состояния бетона и арматуры и средних деформаций арматуры между трещинами.

7.5.4 Расчет деформаций железобетонных элементов следует производить с учетом длительности действия нагрузок, устанавливаемых соответствующими нормативными документами.

Кривизну элементов при действии постоянных и длительных нагрузок следует определять по формуле

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} \quad (7.7)$$

а кривизну при действии постоянных, длительных и кратковременных нагрузок – по формуле

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} \quad (7.8)$$

где: $\frac{1}{r_1}$ – кривизна элемента от продолжительного действия постоянных и временных длительных нагрузок;

$\frac{1}{r_2}$ – кривизна элемента от непродолжительного действия постоянных и временных (длительных и кратковременных) нагрузок;

$\frac{1}{r_3}$ – кривизна элемента от непродолжительного действия постоянных и временных длительных нагрузок.

7.5.5 Предельно допустимые прогибы f_{ult} определяют по СНиП 2.01.07. При действии постоянных и временных длительных и кратковременных нагрузок прогиб железобетонных элементов во всех случаях не должен превышать 1/150 пролета и 1/75 вылета консоли.

8 Конструктивные требования

8.1 Общие положения

8.1.1 Для обеспечения безопасности и эксплуатационной пригодности бетонных и железобетонных конструкций помимо требований к расчету следует также выполнять конструктивные требования к геометрическим размерам и армированию.

Конструктивные требования устанавливают для тех случаев, когда:

- расчетом не представляется возможным достаточно точно и определенно полностью гарантировать сопротивление конструкции внешним нагрузкам и воздействиям;

- конструктивные требования определяют граничные условия, в пределах которых могут быть использованы принятые расчетные положения;

- конструктивные требования обеспечивают выполнение технологии изготовления бетонных и железобетонных конструкций.

8.2 Требования к геометрическим размерам

Геометрические размеры бетонных и железобетонных конструкций должны быть не менее величин, обеспечивающих:

- возможность размещения арматуры, ее анкеровки и совместной работы с бетоном с учетом требований 9.3.3–9.3.11;
- ограничение гибкости сжатых элементов;
- требуемые показатели качества бетона в конструкции.

8.3 Требования к армированию

Защитный слой бетона

8.3.1 Защитный слой бетона должен обеспечивать:

- совместную работу арматуры с бетоном;
- анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов;
- сохранность арматуры от воздействий окружающей среды (в том числе при наличии агрессивных воздействий);
- огнестойкость конструкций.

8.3.2 Толщину защитного слоя бетона следует принимать исходя из требований 9.3.1 с учетом роли арматуры в конструкциях (рабочая или конструктивная), типа конструкций (колонны, плиты, балки, элементы фундаментов, стены и т.п.), диаметра и вида арматуры.

Толщину защитного слоя бетона для арматуры принимают не менее диаметра арматуры и не менее 10 мм.

Минимальное расстояние между стержнями арматуры

8.3.3 Расстояние между стержнями арматуры следует принимать не менее величины, обеспечивающей:

- совместную работу арматуры с бетоном;
- возможность анкеровки и стыкования арматуры;
- возможность качественного бетонирования конструкции.

8.3.4 Минимальное расстояние между стержнями арматуры в свету следует принимать в зависимости от диаметра арматуры, размера крупного заполнителя бетона, расположения арматуры в элементе по отношению к направлению бетонирования, способа укладки и уплотнения бетона.

Расстояние между стержнями арматуры следует принимать не менее диаметра арматуры и не менее 25 мм.

При стесненных условиях допускается располагать стержни арматуры группами-пучками (без зазора между стержнями). При этом расстояние в свету между пучками следует принимать не менее приведенного диаметра условного стержня, площадь которого равна площади сечения пучка арматуры.

Продольная арматура

8.3.5 Относительное содержание расчетной продольной арматуры в железобетонном элементе (отношение площади сечения арматуры к рабочей площади поперечного сечения элемента) следует принимать не менее величины, при которой элемент можно рассматривать и рассчитывать как железобетонный.

Минимальное относительное содержание рабочей продольной арматуры в железобетонном элементе определяют в зависимости от характера работы арматуры (сжатая, растянутая), характера работы элемента (изгибаемый, внецентренно сжатый, внецентренно растянутый) и гибкости внецентренно сжатого элемента, но не менее 0,1 %. Для массивных гидротехнических сооружений меньшие значения относительного содержания арматуры устанавливаются по специальным нормативным документам.

8.3.6 Расстояние между стержнями продольной рабочей арматуры следует принимать с учетом типа железобетонного элемента (колонны, балки, плиты, стены), ширины и высоты сечения элемента и не более величины, обеспечивающей эффективное вовлечение в работу бетона, равномерное распределение напряжений и деформаций по ширине сечения элемента, а также ограничение ширины раскрытия трещин между стержнями арматуры. При этом расстояние между стержнями продольной рабочей арматуры следует принимать не более двукратной высоты сечения элемента и не более 400 мм, а в линейных внецентренно сжатых элементах в направлении плоскости изгиба – не более 500 мм. Для массивных гидротехнических сооружений большие значения расстояния между стержнями устанавливаются по специальным нормативным документам.

Поперечное армирование

8.3.7 В железобетонных элементах, в которых поперечная сила по расчету не может быть воспринята только бетоном, следует устанавливать поперечную арматуру с шагом не более величины, обеспечивающей включение в работу поперечной арматуры при образовании и развитии наклонных трещин. При этом

шаг поперечной арматуры следует принимать не более половины рабочей высоты сечения элемента и не более 300 мм.

8.3.8 В железобетонных элементах, содержащих расчетную сжатую продольную арматуру, следует устанавливать поперечную арматуру с шагом не более величины, обеспечивающей закрепление от выпучивания продольной сжатой арматуры. При этом шаг поперечной арматуры следует принимать не более пятнадцати диаметров сжатой продольной арматуры и не более 500 мм, а конструкция поперечной арматуры должна обеспечивать отсутствие выпучивания продольной арматуры в любом направлении.

Анкеровка и соединения арматуры

8.3.9 В железобетонных конструкциях должна быть предусмотрена анкеровка арматуры, обеспечивающая восприятие расчетных усилий в арматуре в рассматриваемом сечении. Длину анкеровки определяют из условия, по которому усилие, действующее в арматуре, должно быть воспринято силами сцепления арматуры с бетоном, действующими по длине анкеровки, и силами сопротивления анкерующих устройств в зависимости от диаметра и профиля арматуры, прочности бетона на растяжение, толщины защитного слоя бетона, вида анкерующих устройств (загиб стержня, приварка поперечных стержней), поперечного армирования в зоне анкеровки, характера усилия в арматуре (сжимающее или растягивающее) и напряженного состояния бетона на длине анкеровки.

8.3.10 Анкеровку поперечной арматуры следует осуществлять путем ее загиба и охвата продольной арматуры или приваркой к продольной арматуре. При этом диаметр продольной арматуры должен быть не менее половины диаметра поперечной арматуры.

8.3.11 Соединение арматуры внахлестку (без сварки) должно быть осуществлено на длину, обеспечивающую передачу расчетных усилий от одного стыкуемого стержня к другому. Длину нахлестки определяют по базовой длине анкеровки с дополнительным учетом относительного количества стыкуемых в одном месте стержней, поперечной арматуры в зоне стыка внахлестку, расстояния между стыкуемыми стержнями и между стыковыми соединениями.

8.3.12 Сварные соединения арматуры следует выполнять по соответствующим нормативным документам (ГОСТ 14098, ГОСТ 10922).

8.4 Защита конструкций от неблагоприятного влияния воздействий среды

8.4.1 В тех случаях когда требуемая долговечность конструкций, работающих в условиях неблагоприятного воздействия среды (агрессивные воздействия), не может быть обеспечена коррозионной стойкостью самой конструкции, должна быть предусмотрена дополнительная защита поверхностей конструкции, выполняемая по указаниям СНиП 2.03.11 (обработка поверхностного слоя бетона стойкими к агрессивным воздействиям материалами, нанесение на поверхности конструкции стойких к агрессивным воздействиям покрытий и т.п.).

9 Требования к изготовлению, возведению и эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций

9.1 Бетон

9.1.1 На стадиях изготовления, возведения и эксплуатации значения характеристик бетона конструкций должны удовлетворять установленным в проектной документации требованиям, что должно достигаться соответствующим подбором состава бетонной смеси и ее приготовлением, а также выполнением обеспечивающих мероприятий в процессе ее транспортирования и укладки, твердения бетона, технического обслуживания конструкций при эксплуатации зданий и сооружений.

9.1.2 Проектирование и подбор состава бетонной смеси следует производить, руководствуясь требованиями ГОСТ 27006 и стандартов на бетоны заданного вида. При подборе состава бетонной смеси должны быть обеспечено соответствие характеристик ее свойств (удобоукладываемости, нерасслаиваемости, воздухововлечения, сохраняемости) требованиям, указанным в задании или заказе, которые учитывают сроки и условия твердения бетона, режимы транспортирования и укладки бетонной смеси и другие особенности технологического процесса изготовления или возведения конструкций. Расчет основных параметров бетонной смеси следует производить с помощью зависимостей, устанавливаемых экспериментально, с учетом конкретных свойств используемых материалов (вяжущих, заполнителей, воды, эффективных добавок).

Подбор состава фибробетона следует производить согласно приведенным выше требованиям с учетом вида и свойств армирующих фибр.

9.1.3 Приготовление бетонной смеси заданного состава, ее приемку, контроль качества, ее транспортирование следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 7473 и утвержденных в установленном порядке технологических регламентов.

При приготовлении бетонной смеси должна быть обеспечена необходимая точность дозировки входящих в бетонную смесь материалов и предусмотренная в технологическом регламенте последовательность их загружения.

Продолжительность перемешивания принимают в соответствии с инструкциями предприятий – изготовителей бетоно-смесительных установок (заводов) или устанавливают опытным путем.

9.1.4 Транспортирование бетонной смеси следует осуществлять способами и средствами, обеспечивающими сохранность ее свойств и исключающими ее расслоение, а также загрязнение посторонними материалами. Допускается восстановление отдельных показателей качества бетонной смеси на месте укладки за счет введения химических добавок или использования технологических приемов при условии обеспечения всех других требуемых показателей качества.

9.1.5 При укладке и уплотнении бетона должны применяться технологические приемы, обеспечивающие равномерное, без пустот заполнение опалубки (формы).

Укладку и уплотнение бетона в монолитные конструкции следует выполнять по технологическим регламентам, разработанным для имеющегося технологического оборудования с соблюдением требований СНиП КР 52-01.

Порядок бетонирования следует устанавливать, предусматривая расположение швов бетонирования с учетом технологии возведения сооружения и его конструктивных особенностей. При этом должна быть обеспечена необходимая прочность контакта поверхностей бетона в шве бетонирования, а также прочность конструкции с учетом наличия швов бетонирования.

При укладке бетонной смеси при пониженных положительных и отрицательных или повышенных положительных температурах должны быть предусмотрены специальные мероприятия, обеспечивающие требуемое качество бетона.

Технологические регламенты для укладки и уплотнения бетона, а также режимы формования и твердения при заводском или построечном изготовлении элементов сборных бетонных и железобетонных конструкций рекомендуется разрабатывать с учетом положений СНиП 3.09.01. При разработке и корректировке технологических регламентов должны учитываться дефекты конструкций из-за неоднородности бетона, проявляющиеся при испытаниях элементов и в процессе эксплуатации построенных зданий или сооружений.

9.1.6 Твердение бетона следует обеспечивать без применения или с применением ускоряющих технологических воздействий (с помощью тепловлажностной обработки при нормальном или повышенном давлении).

В бетоне в процессе твердения следует поддерживать расчетный температурно-влажностный режим. При необходимости, для создания условий, обеспечивающих нарастание прочности бетона и снижение усадочных явлений, следует применять специальные защитные мероприятия. В технологическом процессе тепловой обработки изделий должны быть приняты меры по снижению температурных перепадов и взаимных перемещений между опалубочной формой и бетоном.

В массивных монолитных конструкциях следует предусматривать мероприятия по уменьшению влияния температурно-влажностных полей напряжений, связанных с экзотермией при твердении бетона, на работу конструкций.

9.2 Арматура

9.2.1 Арматура, используемая для армирования конструкций, должна соответствовать проекту и требованиям соответствующих стандартов. Арматура должна иметь маркировку и соответствующие сертификаты, удостоверяющие ее качество.

Условия хранения арматуры и ее перевозки должны исключать механические повреждения или пластические деформации, ухудшающее сцепление с бетоном загрязнение, коррозионные поражения.

9.2.2 Установку арматуры в опалубочные формы следует производить в соответствии с проектом. При установке вязаной арматуры должна быть предусмотрена надежная фиксация положения арматурных стержней с помощью специальных мероприятий, обеспечивающая невозможность смещения арматуры в процессе ее установки и бетонирования конструкции.

Отклонения от проектного положения арматуры при ее установке не должны превышать допустимых значений, установленных СНиП КР 52-01.

9.2.3 Сварные арматурные изделия (сетки, каркасы) следует изготавливать с помощью контактно-точечной сварки или иными способами, обеспечивающими требуемую прочность сварного соединения и не допускающими снижения прочности соединяемых арматурных элементов. Сварные соединения должны удовлетворять требованиям ГОСТ 14098.

9.2.4 Сварные стыки арматуры выполняют с помощью контактной, дуговой или ванной сварки. Применяемый способ сварки должен обеспечивать необходимую прочность сварного соединения, а также прочность и

деформативность примыкающих к сварному соединению участков арматурных стержней.

9.2.5 Механические соединения (стыки) арматуры следует выполнять с помощью опрессованных и резьбовых муфт согласно приложения Б и Г. Прочность механического соединения растянутой арматуры должна быть такой же, что и стыкуемых стержней.

9.2.6 При натяжении арматуры на упоры или затвердевший бетон должны быть обеспечены установленные в проекте контролируемые значения предварительного напряжения в пределах допускаемых значений отклонений, установленных нормативными документами или в проектной документации.

При отпуске натяжения арматуры следует обеспечивать плавную передачу предварительного напряжения на бетон.

9.3 Опалубка

9.3.1 Опалубка (опалубочные формы) должна выполнять следующие основные функции: придать бетону проектную форму конструкции, обеспечить требуемый вид внешней поверхности бетона, поддерживать конструкцию пока она не наберет распалубочную прочность и, при необходимости, служить упором при натяжении арматуры.

Применяемая для изготовления монолитных конструкций опалубка должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23478, стальные формы для изготовления элементов сборных конструкций – требованиям ГОСТ 25781.

9.3.2 Опалубку и ее крепления следует проектировать и изготавливать таким образом, чтобы они могли воспринять нагрузки, возникающие в процессе производства работ, позволяли конструкциям свободно деформироваться и обеспечивали соблюдение допусков в пределах, установленных для данной конструкции или сооружения.

Опалубка и крепления должны соответствовать принятым способам укладки и уплотнения бетонной смеси, условиям преднапряжения, твердения бетона и тепловой обработки.

Съемная опалубка должна обеспечивать распалубку конструкции без повреждения бетона.

Распалубку конструкций следует производить после набора бетоном распалубочной прочности.

Несъемную опалубку следует проектировать как составную часть конструкции.

9.4 Бетонные и железобетонные конструкции

9.4.1 Изготовление бетонных и железобетонных конструкций включает опалубочные, арматурные и бетонные работы, проводимые в соответствии с указаниями разделов 9.1, 9.2 и 9.3.

Готовые конструкции должны отвечать требованиям проекта.

9.4.2 Отклонения геометрических параметров конструкций от проектных значений не должны превышать предельные, указанные в рабочих чертежах или технических условиях.

9.4.3 Фактическая прочность бетона (передаточная прочность бетона предварительно напряженных конструкций, распалубочная прочность бетона монолитных конструкций, отпускная прочность бетона элементов сборных бетонных или железобетонных конструкций заводского или построечного изготовления, проектная прочность бетона во всех случаях), должна быть не ниже соответствующей требуемой, определяемой по ГОСТ 18105 в зависимости от нормируемых в проектной документации значений с учетом однородности бетона по прочности.

9.4.4 Подъем конструкций следует осуществлять с помощью специальных устройств (монтажных петель и других приспособлений), предусмотренных проектом. При этом должны быть обеспечены условия подъема, исключающие разрушение, потерю устойчивости, опрокидывание, раскачивание и вращение конструкции.

9.4.5 Условия транспортировки, складирования и хранения конструкций должны отвечать указаниям, приведенным в проекте. При этом должна быть обеспечена сохранность конструкции, поверхностей бетона, выпусков арматуры и монтажных петель от повреждений.

10.4.6 Возведение зданий и сооружений из сборных элементов следует производить в соответствии с проектом производства работ, в котором должны быть предусмотрены последовательность установки конструкций и мероприятия, обеспечивающие требуемую точность установки, пространственную неизменяемость конструкций в процессе их укрупнительной сборки и установки в проектное положение, устойчивость конструкций и частей здания или сооружения в процессе возведения, безопасные условия труда.

При возведении зданий и сооружений из монолитного бетона следует предусматривать последовательности бетонирования конструкций, снятия и перестановки опалубки, обеспечивающие прочность, трещиностойкость и жесткость конструкций в процессе возведения. Кроме этого следует предусматривать мероприятия (конструктивные и технологические, а при

необходимости – выполнение расчета), ограничивающие образование и развитие технологических трещин.

Отклонения конструкций от проектного положения не должны превышать допустимых значений, установленных для соответствующих конструкций (колонн, балок, плит) зданий и сооружений в проектной документации с учетом требований СНиП КР 52-01.

9.4.7 Конструкции следует содержать таким образом, чтобы они выполняли свое назначение, предусмотренное в проекте, в течение всего установленного срока службы здания или сооружения. Необходимо соблюдать режим эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений, исключающий снижение их несущей способности, эксплуатационной пригодности и долговечности вследствие грубых нарушений нормируемых условий эксплуатации (перегрузка конструкций, несоблюдение сроков проведения планово-предупредительных ремонтов, повышение агрессивности среды и т.п.). Если в процессе эксплуатации обнаружены повреждения конструкций, которые могут вызвать снижение ее безопасности и препятствовать ее нормальному функционированию, следует выполнить мероприятия, предусмотренные в разделе 10.

9.5 Контроль качества

9.5.1 Контроль качества конструкций на разных стадиях их изготовления (возведения) и эксплуатации должен проводиться с целью определения соответствия фактических значений контролируемых показателей их качества установленным в проектной документации диапазонам допустимых значений, а также соответствия применяемых технологических режимов производства предъявляемым к ним требованиям, установленным в проектной и технологической документации.

9.5.2 Применяемые методы контроля (сплошной, выборочный по альтернативному или количественному признаку), планы, правила и средства контроля соответствия действительных значений параметров выполненной конструкции указанным в проектной документации пределам должны выбираться исходя из допустимого уровня несоответствий (дефектности).

Выборочный контроль показателей качества, определяющих безопасность, эксплуатационную пригодность и долговечность конструкций, должен быть осуществлен по планам, обеспечивающим уровень дефектности не ниже 4 %.

9.5.3 Входной, операционный и приемочный контроль качества бетонных и железобетонных элементов сборных конструкций заводского или построечного изготовления должен проводиться в порядке и методами, установленными в

соответствующих стандартах или технических условиях на основе требований ГОСТ 13015.

9.5.4 Контроль качества монолитных бетонных и железобетонных конструкций должен проводиться в соответствии с проектом производства работ и технологическими регламентами, разработанными на основе требований СНиП КР 52-01 с учетом требований действующих стандартов на методы испытаний бетона и арматуры.

10 Требования к восстановлению и усилению железобетонных конструкций

10.1 Общие положения

Восстановление и усиление железобетонных конструкций следует производить на основе результатов их натурного обследования, поверочного расчета, расчета и конструирования усиливаемых конструкций.

10.2 Натурные обследования конструкций

Путем натурных обследований в зависимости от задачи должны быть установлены: состояние конструкции, геометрические размеры конструкций, армирование конструкций, прочность бетона, вид и класс арматуры и ее состояние, прогибы конструкций, ширина раскрытия трещин, их длина и расположение, размеры и характер дефектов и повреждений, нагрузки, статическая схема конструкций.

10.3 Поверочные расчеты конструкций

10.3.1 Поверочные расчеты существующих конструкций следует производить при изменении действующих на них нагрузок, условий эксплуатации и объемно-планировочных решений, а также при обнаружении серьезных дефектов и повреждений в конструкциях.

На основе поверочных расчетов устанавливают пригодность конструкций к эксплуатации, необходимость их усиления или снижения эксплуатационной нагрузки или полную непригодность конструкций.

10.3.2 Поверочные расчеты необходимо производить на основе проектных материалов, данных по изготовлению и возведению конструкций, а также результатов натурных обследований.

Расчетные схемы при проведении поверочных расчетов следует принимать с учетом установленных фактических геометрических размеров, фактического соединения и взаимодействия конструкций и элементов конструкций, выявленных отклонений при монтаже.

10.3.3 Поверочные расчеты следует производить по несущей способности, деформациям и трещиностойкости. Допускается не производить поверочные расчеты по эксплуатационной пригодности, если перемещения и ширина раскрытия трещин в существующих конструкциях при максимальных фактических нагрузках не превосходят допустимых значений, а усилия в сечениях элементов от возможных нагрузок не превышают значений усилий от фактически действующих нагрузок.

10.3.4 Расчетные значения характеристик бетона принимают в зависимости от класса бетона, указанного в проекте, или условного класса бетона, определяемого с помощью переводных коэффициентов, обеспечивающих эквивалентную прочность по фактической средней прочности бетона, полученной по испытаниям бетона неразрушающими методами или по испытаниям отобранных из конструкции образцов.

10.3.5 Расчетные значения характеристик арматуры принимают в зависимости от класса арматуры, указанного в проекте, или условного класса арматуры, определяемого с помощью переводных коэффициентов, обеспечивающих эквивалентную прочность по фактическим значениям средней прочности арматуры, полученной по данным испытаний образцов арматуры, отобранных из обследуемых конструкций.

При отсутствии проектных данных и невозможности отбора образцов допускается класс арматуры устанавливать по виду профиля арматуры, а расчетные сопротивления принимать на 20 % ниже соответствующих значений действующих нормативных документов, отвечающих данному классу.

10.3.6 При проведении поверочных расчетов должны быть учтены дефекты и повреждения конструкции, выявленные в процессе натурных обследований: снижение прочности, местные повреждения или разрушения бетона; обрыв арматуры, коррозия арматуры, нарушение анкеровки и сцепления арматуры с бетоном; опасное образование и раскрытие трещин; конструктивные отклонения от проекта в отдельных элементах конструкции и их соединениях.

10.3.7 Конструкции, не удовлетворяющие требованиям поверочных расчетов по несущей способности и эксплуатационной пригодности, подлежат усилению либо для них должна быть снижена эксплуатационная нагрузка.

Для конструкций, не удовлетворяющих требованиям поверочных расчетов по эксплуатационной пригодности, допускается не предусматривать усиления либо снижения нагрузки, если фактические прогибы превышают допустимые

значения, но не препятствуют нормальной эксплуатации, а также если фактическое раскрытие трещин превышает допустимые значения, но не создает опасности разрушения.

10.4 Усиление железобетонных конструкций

10.4.1 Усиление железобетонных конструкций осуществляют с помощью стальных элементов, бетона, железобетона и арматуры.

10.4.2 При усилении железобетонных конструкций следует учитывать несущую способность как элементов усиления, так и усиливаемой конструкции. Для этого должны быть обеспечены включение в работу элементов усиления и совместная их работа с усиливаемой конструкцией. Для сильно поврежденных конструкций несущую способность усиливаемой конструкции не учитывают.

При заделке трещин с шириной раскрытия более допустимой и других дефектов бетона следует обеспечить равнопрочность участков конструкций, подвергнувшихся восстановлению, с основным бетоном.

10.4.3 Расчетные значения характеристик материалов усиления принимают по действующим нормативным документам.

Расчетные значения характеристик материалов усиливаемой конструкции принимают исходя из проектных данных с учетом результатов обследования согласно правилам, принятым при поверочных расчетах.

10.4.4 Расчет усиливаемой железобетонной конструкции следует производить по общим правилам расчета железобетонных конструкций с учетом напряженно-деформированного состояния конструкции, полученного ею до усиления.

11 Расчет железобетонных конструкций на выносливость

11.1 Расчет железобетонных конструкций на выносливость следует выполнять при действии многократно повторяющейся (регулярной) нагрузки. Проверка сопротивления при расчете на выносливость выполняется отдельно для бетона и арматуры.

Расчет на выносливость выполняют по упругой стадии с трещинами. Работу растянутого бетона и сжатой арматуры не учитывают и их прочность на выносливость не рассчитывается.

11.2 Расчет на выносливость необходимо производить из условий, при которых максимальные напряжения в сжатом бетоне и растянутой арматуре от

повторяющейся нагрузки не превышают расчетных сопротивлений бетона и арматуры на сжатие и растяжение по выносливости соответственно.

11.3 Расчетные сопротивления бетона и арматуры по выносливости в общем случае определяются с учетом асимметрии циклов нагружений, классов бетона и арматуры (по прочности на сжатие и растяжение соответственно) для числа циклов $N=2\cdot10^6$, с использованием ниспадающей криволинейной зависимости, полученной на основании опытных данных.

При определении расчетных сопротивлений бетона по выносливости следует учитывать вид бетона (тяжелый или легкий), а также состояние бетона по влажности. При определении расчетных сопротивлений арматуры по выносливости следует учитывать наличие сварных соединений.

Асимметрия циклов нагружений характеризуется отношением минимальных и максимальных напряжений в бетоне и арматуре в пределах цикла изменения нагрузки.

Приложение А

Основные буквенные обозначения

Усилия от внешних нагрузок и воздействий в поперечном сечении элемента

M – изгибающий момент;

M_p– изгибающий момент с учетом момента усилия предварительного обжатия относительно центра тяжести приведенного сечения;

N – продольная сила;

Q – поперечная сила;

T – крутящий момент.

Характеристики материалов

R_{bn} – нормативное сопротивление бетона осевому сжатию;

R_b,$R_{b,ser}$ – сопротивления бетона осевому сжатию для предельных состояний соответственно первой и второй групп;

$R_{bt,n}$ – нормативное сопротивление бетона осевому растяжению;

R_{bt},$R_{bt,ser}$ – расчетные сопротивления бетона осевому растяжению для предельных состояний соответственно первой и второй групп;

$R_{bt,loc}$ – расчетное сопротивление бетона смятию;

R_{bp}, – передаточная прочность бетона;

R_{lond}, – расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном;

R_s, $R_{s,ser}$ – расчетные сопротивления арматуры растяжению для предельных состояний соответственно первой и второй групп;

R_{sw} – расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению;

R_{sc} – расчетное сопротивление арматуры сжатию для предельных состояний первой группы;

E_b – начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении;

$E_{b,red}$ – приведенный модуль деформации сжатого бетона;

E_s – модуль упругости арматуры;

$E_{s,red}$ – приведенный модуль деформации арматуры, расположенной в растянутой зоне элемента с трещинами;

ε_{b0}, ε_{bt0} – предельные относительные деформации бетона соответственно при равномерном осевом сжатии и осевом растяжении;

ε_{s0} – относительные деформации арматуры при напряжении, равном R_s;

$\varepsilon_{b,sh}$ – относительные деформации усадки бетона;

$\varphi_{b,cr}$ – коэффициент ползучести бетона;

a – отношение соответствующих модулей упругости арматуры E_s и бетона E_b.

Геометрические характеристики

b – ширина прямоугольного сечения; ширина ребра таврового и двутаврового сечений;

b_f, b'_f – ширина полки таврового и двутаврового сечений соответственно в растянутой и сжатой зонах;

h – высота прямоугольного, таврового и двутаврового сечений;

h_f , h'_f – высота полки таврового и двутаврового сечений соответственно в растянутой и сжатой зонах;

a , a^t – расстояние от равнодействующей усилий в арматуре соответственно S и S^nдо ближайшей грани сечения;

h_0, h'_0 – рабочая высота сечения, равная соответственно h-a и h-a^t;

x – высота сжатой зоны бетона;

ξ – относительная высота сжатой зоны бетона, равная $\frac{x}{h_0}$;

S_w – расстояние между хомутами, измеренное по длине элемента;

e_0 – эксцентриситет продольной силы N относительно центра тяжести приведенного сечения

e, e^t – расстояния от точки приложения продольной силы N до равнодействующей усилий в арматуре соответственно S и S^n;

e_{0p}– эксцентриситет усилия предварительного обжатия относительно центра тяжести приведенного сечения;

y_n – расстояние от нейтральной оси до точки приложения усилия предварительного обжатия с учетом изгибающего момента от внешней нагрузки;

l – пролет элемента;

l_{an} – длина зоны анкеровки;

l_p – длина зоны передачи предварительного напряжения в арматуре на бетон;

l_0 – расчетная длина элемента, подвергающегося действию сжимающей продольной силы;

i – радиус инерции поперечного сечения элемента относительно центра тяжести сечения;

d_s , d_{sw} – номинальный диаметр стержней соответственно продольной и поперечной арматуры;

A_s, A'_s – площади сечения арматуры соответственно S и S^n;

A_{sw} – площадь сечения хомутов, расположенных в одной нормальной к продольной оси элемента плоскости, пересекающей наклонное сечение;

μ_s – коэффициент армирования, определяемый как отношение площади сечения арматуры S к площади поперечного сечения элемента $b{\cdot}h_0$ без учета свесов сжатых и растянутых полок;

A – площадь всего бетона в поперечном сечении;

A_b – площадь сечения бетона сжатой зоны;

A_{bt} – площадь сечения бетона растянутой зоны;

A_{red} – площадь приведенного сечения элемента;

A_{loc} – площадь смятия бетона;

I – момент инерции сечения всего бетона относительно центра тяжести сечения элемента;

I_{red} – момент инерции приведенного сечения элемента относительно его центра тяжести;

W – момент сопротивления сечения элемента для крайнего растянутого волокна.

Характеристики предварительно напряженного элемента

P, N_p – усилие предварительного обжатия с учетом потерь предварительного напряжения в арматуре, соответствующих рассматриваемой стадии работы элемента;

$P_{(1)}$, $P_{(2)}$ – усилие в напрягаемой арматуре с учетом соответственно первых и всех потерь предварительного напряжения;

σ_{sp} – предварительное напряжение в напрягаемой арматуре с учетом потерь предварительного напряжения в арматуре, соответствующих рассматриваемой стадии работы элемента;

$\Delta\sigma_{sp}$ – потери предварительного напряжения в арматуре;

σ_{bp} – сжимающие напряжения в бетоне в стадии предварительного обжатия с учетом потерь предварительного напряжения в арматуре.

Приложение Б

Расчет конструктивных систем

Б.1 Расчет несущих конструктивных систем должен включать:

- определение усилий в элементах конструктивной системы (колоннах, плитах перекрытий и покрытия, фундаментных плитах, стенах, ядрах) и усилий, действующих на основания фундаментов;

- определение перемещений конструктивной системы в целом и отдельных ее элементов, а также ускорений колебания перекрытий верхних этажей;

- расчет на устойчивость конструктивной системы (устойчивость формы и положения);

- оценку несущей способности и деформации основания;

- оценку сопротивляемости конструктивной системы прогрессирующему разрушению (в отдельных случаях).

Б.2 Расчет несущей конструктивной системы, включающей надземные и подземные конструкции и фундамент, следует производить для стадии эксплуатации. В случае существенного изменения расчетной ситуации в процессе возведения расчет несущей конструктивной системы следует производить для всех последовательных стадий возведения, принимая расчетные схемы, соответствующие рассматриваемым стадиям.

Б.3 Расчет несущей конструктивной системы в общем случае следует производить в пространственной постановке с учетом совместной работы надземных и подземных конструкций, фундамента и основания под ним.

Б.4 При расчете несущих конструктивных систем, состоящих из сборных элементов, следует учитывать податливость их соединений.

Б.5 Расчет несущих конструктивных систем следует производить с применением линейных и нелинейных деформационных (жесткостных) характеристик железобетонных элементов.

Линейные деформационные характеристики железобетонных элементов определяют как для сплошного упругого тела.

Нелинейные деформационные характеристики железобетонных элементов при известном армировании следует определять с учетом возможного образования трещин в поперечных сечениях, а также с учетом развития неупругих деформаций в бетоне и арматуре, соответствующих кратковременному и длительному действию нагрузки.

Б.6 В результате расчета несущей конструктивной системы должны быть установлены: в колоннах – значения продольных и поперечных сил, изгибающих моментов; в плоских плитах перекрытий, покрытия и фундаментов - значения

изгибающих моментов, крутящих моментов, поперечных и продольных сил; в стенах – значения продольных и сдвигающих сил, изгибающих моментов, крутящих моментов и поперечных сил.

Определение усилий в элементах конструктивной системы следует производить от действия расчетных постоянных, длительных и кратковременных нагрузок.

Б.7 В результате расчета несущей конструктивной системы должны быть установлены значения вертикальных перемещений (прогибов) перекрытий и покрытий, горизонтальные перемещения конструктивной системы, а для зданий повышенной этажности – также ускорения колебаний перекрытий верхних этажей. Значение перемещений и ускорения колебаний не должно превышать допустимых значений, установленных соответствующими нормативными документами.

Горизонтальные перемещения конструктивной системы следует определять от действия расчетных (для предельных состояний второй группы) постоянных, длительных и кратковременных горизонтальных и вертикальных нагрузок.

Вертикальные перемещения (прогибы) перекрытий и покрытий следует определять от действия нормативных постоянных и длительных вертикальных нагрузок.

Ускорения колебаний перекрытий верхних этажей здания следует определять при действии пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

Б.8 При расчете на устойчивость конструктивной системы следует производить проверку устойчивости формы конструктивной системы, а также устойчивости положения конструктивной системы на опрокидывание и на сдвиг.

Б.9 Расчет на устойчивость конструктивной системы следует производить на действие расчетных постоянных, длительных и кратковременных вертикальных и горизонтальных нагрузок.

При расчете устойчивости формы конструктивной системы жесткостные характеристики элементов конструктивной системы принимают с учетом армирования, наличия трещин и неупругих деформаций в бетоне и арматуре. Запас по устойчивости формы должен быть двукратным и более.

При расчете устойчивости положения конструктивные системы следует рассматривать как жесткое недеформированное тело.

При расчете на опрокидывание удерживающий момент от вертикальной нагрузки должен превышать опрокидывающий момент от горизонтальной нагрузки с коэффициентом запаса 1,5.

При расчете на сдвиг удерживающая горизонтальная сила должна превышать действующую сдвигающую силу с коэффициентом запаса 1,2. При

этом следует учитывать наиболее неблагоприятные значения коэффициентов надежности по нагрузке.

Б.10 Расчет на устойчивость против прогрессирующего разрушения должен обеспечивать прочность и устойчивость формы конструктивной системы в целом при выходе из строя одного какого-либо элемента конструктивной системы (колонны, участка стены, участка перекрытия) и возможном последующем разрушении близлежащих элементов. Кроме того, в обоснованных случаях рассматривается расчетная ситуация с выходом из строя части основания под фундаментами (например, в случае образования карстовых провалов).

Б.11 Расчет на устойчивость против прогрессирующего разрушения следует производить при действии нормативных вертикальных нагрузок с нормативными значениями сопротивления бетона и арматуры.

Б.12 Оценивать несущую способность и деформации основания следует согласно соответствующим нормативным документам при действии усилий на основание, установленных при расчете конструктивной системы здания.

Б 13 Механические соединения арматуры в вертикальных железобетонных элементах необходимо располагать в зоне ¼ – 1/5 высоты этажа от верха перекрытия, в изгибаемых элементах – вне зоны максимальных моментов или действующих максимальных усилий в арматуре.

Количество стыкуемой в одном сечении элемента рабочей растянутой или сжатой арматуры периодического профиля с помощью механических соединений допускается принимать до 100% при проценте армирования продольной арматуры μ_s=3% и не более 50% в остальных случаях. Расстояния между сечениями стыкуемой арматуры принимают равными длине перепуска соединяемой арматуры (нахлестки) (см. рисунок Б.1).

Б 14 Минимальное расстояние в свету между механическими соединениями арматуры определяется габаритными размерами оборудования для выполнения стыка и должно быть не менее 2*d* и не менее значений, указанных в 8.3.4 (см. рисунок Б.1).

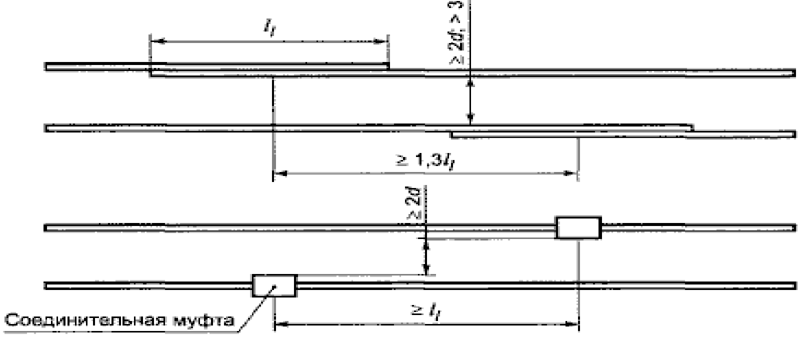


Рисунок Б.1 – Расположение стержней, стыкуемых внахлест и с помощью механических соединений

Б.15 В каркасах с механическими соединениями арматуры поперечное армирование принимается таким же, как в каркасах без механических соединений арматуры.

Б.16.1 Контроль качества

Б.16.1.1 Контроль качества механических соединений арматуры производят согласно Б.2 – Б.7.

Б.16.1.2 При производстве работ с механическими соединениями арматуры необходимо проводить следующие виды контроля:

- входной контроль соединительных муфт и оборудования;
- текущий контроль в процессе производства соединений (операционный и приемочный);
- сертификационный контроль.

Б.16.1.3 Каждая муфта и контргайка должны иметь заводскую маркировку, в которой в обязательном порядке должны быть указаны: тип соединительного элемента, диаметр соединяемых стержней и номер партии или знак завода-изготовителя.

Указанная маркировка наносится на каждую соединительную муфту способами, обеспечивающими ее сохранность до момента ее использования, допускается наносить маркировку несмываемой краской, электромагнитным ударно-точечным методом, непрерывным прочерчиванием твердосплавной иглой или другими способами в соответствии с ГОСТ 7566.

Б.16.1.4 Для контроля затяжки механических соединений необходимо применять динамометрические ключи по ГОСТ Р 51254, которые должны проходить ежегодную калибровку. Усилие затяжки муфт и контргаек резьбовых соединений проверяется контрольной затяжкой не менее 10% соединений контролируемой партии. Партия соединений не должна превышать 500 шт.

Длина ключа, применяемого для затяжки механических соединений, должна быть не менее:

- для арматуры диаметром 12-18 мм – 0,3 м;
- для арматуры диаметром 20-28 мм – 0,5 м;
- для арматуры диаметром 32-40 мм – 0,7 м.

Величина затяжки резьбовых соединений должна быть не менее значений по таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1

Наименование значения	Показатель значения										
Диаметр арматурного стержня, мм	2	4	6	8	0	2	5	8	2	6	0
Минимальный момент затяжки, Н·м	0	5	5	20	45	75	00	15	40	65	80

Б.16.1.5 Удлинение муфты опрессованного соединения после опрессовки должно соответствовать требованиям нормативной документации на соединения. При отсутствии данных требований значение контролируемого удлинения должно быть не менее 8% первоначальной длины муфты.

Б.16.1.6 Для защиты резьбы муфт и стержней от атмосферных осадков, загрязнения бетоном и механических повреждений необходимо применять специальные защитные заглушки и колпачки, пластмассовые или металлические. Колпачки надеваются на торец стержня сразу после нарезки резьбы. Заглушки из муфт удаляются непосредственно перед вкручиванием в них арматурных стержней. Указанные защитные средства применяются на подготовленной арматуре, транспортируемой и подаваемой на строительную площадку, а также на выпусках арматуры.

Б.16.1.7 Подготовку концов арматуры и ее стыкование с помощью механических соединений должен проводить только аттестованный на эти виды работ персонал.

Приложение В

Расчет закладных деталей

В.1 Расчет нормальных анкеров, приваренных в тавр к плоским элементам стальных закладных деталей, на действие изгибающих моментов, нормальных и сдвигающих сил от статической нагрузки, расположенных в одной плоскости симметрии закладной детали, производят из условия

$$\frac{Q_{an,j}}{Q_{an,j,0}} + \frac{N_{an,j}}{N_{an,j,0}} \leq 1 \ , \qquad (В.1)$$

где: $N_{an,j}$ – наибольшее растягивающее усилие в одном ряду анкеров, равное:

$$N_{an,j} = \frac{M}{z} + \frac{N}{n_{an}} \ ; \qquad (В.2)$$

$Q_{an,j}$ – сдвигающее усилие, приходящееся на один ряд анкеров, равное:

$$Q_{an,j} = \frac{Q - 0{,}3 N_{an}^{t}}{n_{an}} \ ; \qquad (В.3)$$

N_{an}^{t} – наибольшее сжимающее усилие в одном ряду анкеров, определяемое по формуле

$$N_{an}^{t} = \frac{M}{z} - \frac{N}{n_{an}} . \qquad (В.4)$$

$Q_{an,j,0}$ – сдвигающая сила, воспринимаемая анкерами, определяется по формуле

$$Q_{an,j,0} = \gamma_{s,sh} \cdot A_{an,j} \cdot \sqrt{R_b \cdot R_s} \ , \qquad (В.5)$$

где $\gamma_{s,sh}$ – коэффициент, принимаемый равным 1,65;

$N_{an,j,0}$ – предельная растягивающая сила, воспринимаемая одним рядом анкеров, определяют по формуле

$$N_{an,j,0} = R_s \cdot A_{an,j} \qquad (В.6)$$

В формулах (В.1) – (В.6):

M, N, Q – момент, нормальная и сдвигающая силы, действующие на закладную деталь соответственно; момент определяется относительно оси,

расположенной в плоскости наружной грани пластины и проходящей через центр тяжести всех анкеров;

n_{an} – число рядов анкеров вдоль направления сдвигающей силы; если не обеспечивается равномерная передача сдвигающей силы Q на все ряды анкеров, то при определении сдвигающего усилия Q_{an} учитывается не более четырех рядов;

z – расстояние между крайними рядами анкеров;

$A_{an,j}$ – суммарная площадь поперечного сечения анкеров наиболее напряженного ряда.

Площадь сечения анкеров остальных рядов должна приниматься равной площади сечения анкеров наиболее напряженного ряда.

В формулах (В.2) и (В.4) нормальная сила N считается положительной, если направлена от закладной детали (см. рисунок В.1), и отрицательной – если направлена к ней. В случаях, когда N_{an} получает отрицательное значение, то в формуле (В.3) принимают $N_{an}^{t} = N$.

При расположении закладной детали на верхней (при бетонировании) поверхности изделия значение N_{an}^{t} принимают равным нулю.

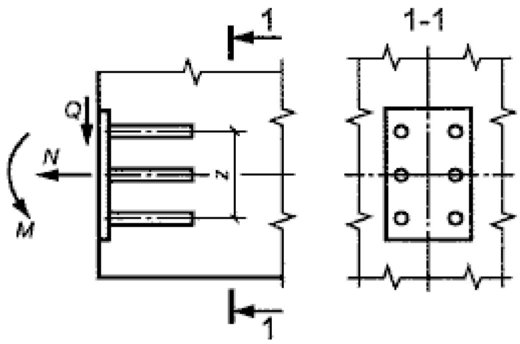


Рисунок В.1 – Схема усилий, действующих на закладную деталь

В.2 В закладной детали с анкерами, приваренными внахлестку под углом от 15° до 30°, наклонные анкеры рассчитывают на действие сдвигающей силы (при Q>N, где – отрывающая сила) по формуле

$$A_{an,inc} = \frac{Q - 0{,}3N_{an}^{t}}{R_s}, \qquad (В.7)$$

где $A_{an,inc}$ – суммарная площадь поперечного сечения наклонных анкеров;

N_{an}^{t} – по формуле (В.4).

При этом должны устанавливаться нормальные анкеры, рассчитываемые по формуле (В.1) при значениях Q_{an}, равных 0,1 сдвигающего усилия, определяемого по формуле (В.3).

В.3 Конструкция сварных закладных деталей с приваренными к ним элементами, передающими нагрузку на закладные детали, должна обеспечивать включение в работу анкерных стержней в соответствии с принятой расчетной схемой. При расчете пластин и фасонного проката на отрывающую силу принимается, что они шарнирно соединены с нормальными анкерными стержнями.

Кроме того, толщина пластины *t* расчетной закладной детали, к которой привариваются втавр анкеры, должна проверяться из условия

$$t \geq 0{,}25 d_{an} \frac{R_s}{R_{sq}}, \tag{В.8}$$

где d_{an} – диаметр анкерного стержня, требуемый по расчету;

R_{sq} - расчетное сопротивление стали на срез.

Для типов сварных соединений, обеспечивающих большую зону включения пластины в работу при вырывании из нее анкерного стержня и соответствующем обосновании возможна корректировка условия (В.8) для уменьшения толщины пластины.

Толщина пластины должна также удовлетворять технологическим требованиям по сварке.

В.4 При наличии растягивающих усилий во всех нормальных или наклонных анкерах, приваренных к плоским элементам закладной детали, необходимо предусмотреть обеспечение прочности бетона на выкалывание по соответствующим поверхностям выкалывания.

Расчет на выкалывание допускается не производить, если концы анкеров заведены за продольную арматуру, расположенную у противоположной от закладной детали грани железобетонной конструкции, а усиления анкеров в виде пластин или поперечных коротышей зацепляются за стержни продольной арматуры диаметром: не менее 20 мм – при симметричном зацеплении, не менее 25 мм – при несимметричном. При этом участок железобетонной конструкции между крайними рядами анкеров проверяется на действие соответствующей поперечной силы.

При действии сдвигающих усилий на закладную деталь по направлению к краю железобетонной конструкции также необходимо предусматривать обеспечение прочности на откалывание бетона.

Приложение Г

Расчет соединительных муфт опрессованных механических соединений

Г.1 Опрессованными механическими соединениями арматуры допускается соединять арматурный прокат классов А400 А800 любого периодического профиля. Применение опрессованных соединений для арматуры гладкого профиля не допускается.

Г.2 В качестве материала для соединительных муфт используют бесшовные горячедеформированные или холоднодеформированные трубы (по ГОСТ 8731 в части технических требований и ГОСТ 8732 в части сортамента) или круглого горячекатаного проката (по ГОСТ 535 в части технических требований и ГОСТ 2590 в части сортамента). В качестве материала для соединительных муфт используется сталь марок 10, 15 по ГОСТ 1050; Ст.2 или Ст.3 по ГОСТ 380. Допускается применять муфты из стали марки 20 по ГОСТ 1050, учитывая снижение ресурса обжимного оборудования.

Г.3 Опрессованные соединения должны соответствовать параметрам, определяющим их прочность и характер разрушения.

Г.3.1 Площадь поперечного сечения соединительной муфты до опрессовки F_M назначается из условия равнопрочности по значению нормативного временного сопротивления при растяжении соединяемой арматуры и муфты:

$$F_M = \frac{\sigma_{B,S} \cdot F_S}{\sigma_{B,M}} , \qquad (Г.1)$$

где $\sigma_{B,M}$, $\sigma_{B,S}$ – нормативные значения временного сопротивления материала соединительной муфты и арматурного проката соответственно по стандартам на их изготовление.

Г.3.2 Допускается вместо нормативных значений $\sigma_{B,M}$ материала муфт принимать их фактические значения, определяемые опытным путем.

Г.3.3 Длина соединительной муфты до опрессовки l_0 подбирается из следующих условий:

- способ опрессовки. Опрессовка соединительной муфты на арматуре может осуществляться многократным обжатием муфты с промежутками и без промежутков (см. рисунок Г.1). При опрессовке с промежутками принимают зазор между жимами от 2 до 5 мм;

- для обеспечения требуемого усилия среза материала муфты для опрессованых соединений арматуры классов А400 и А500 значение обжатой

части соединительной муфты должно быть не менее $5d_H$ (по $2{,}5d_H$ с каждой стороны муфты), где d_H – номинальный диаметр соединяемой арматуры.

Г.3.4 Длина муфты при обжатии без промежутков подбирается по формуле

$$l_0 = (4{,}5 \cdot d_H + 4) \cdot 0{,}9 \ , \qquad (Г.2)$$

где d_H – в сантиметрах.

При опрессовке без промежутков обжатие производится с небольшим нахлестом последующего жима на предыдущий.

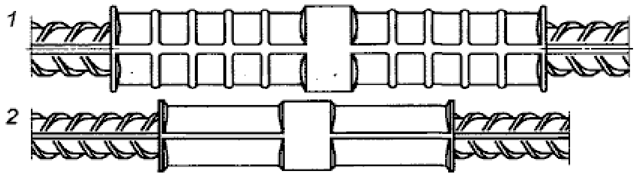


Рисунок Г.1 – Опрессованный стык построечного изготовления, произведенный на мобильном оборудовании многократным поперечным деформированием соединительной муфты

1 – с промежутками; *2* – без промежутков

Г.3.5 Длина муфты при обжатии с промежутками подбирается по формуле

$$l_0 = (n \cdot l_i + (n-1) \cdot a + 4) \cdot 0{,}95 \ , \qquad (Г.3)$$

где n – число жимов пресса;

l_i – ширина отпечатка одного жима пресса, см, определяется в зависимости от применяемого оборудования по ширине рабочей части пуансонов;

a – значение принимаемого промежутка между жимами, см.

Общее число жимов n вычисляется из условия

$$n \cdot l_i > 4{,}5d_H \qquad (Г.4)$$

Г.3.6 Внутренний диаметр муфт опрессованных соединений арматуры подбирается из следующего условия: суммарный зазор между муфтой и стыкуемой арматурой $d_{ВН,М} - d_{MAX,S}$, должен быть не больше 4 мм независимо от диаметра стыкуемой арматуры, где $d_{ВН,М}$ – внутренний диаметр муфты, $d_{MAX,S}$ – фактический максимальный габаритный размер поперечного сечения арматуры по ребрам.

Г.3.7 Для гарантированного обеспечения требований по выносливости для опрессованных соединений арматуры с гарантией выносливости фактический зазор между муфтой и стыкуемыми стержнями арматуры до опрессовки $d_{ВН,М} - d_{MAX,S}$ следует принимать не более 2 мм независимо от диаметра арматуры.

Г.4 Значение усилий поперечного деформирования или протяжки принимается в зависимости от применяемого оборудования и должна гарантировать требуемое удлинение муфты после обжатия.

Г.5 Подобранные геометрические размеры муфт в обязательном порядке должны быть проверены экспериментально испытанием на растяжение пробных образцов – не менее 3 шт каждого вида и типоразмера. Испытанные образцы соединений должны соответствовать требованиям таблицы Г.1. Не допускается при разрушении опрессованных соединений выдергивания арматурного стержня из муфты. Не допускается уменьшение суммарного размера обжатой части муфты ниже значений 4,5d_H.

Г.6 При подборе толщины стенки муфт необходимо учитывать, что при малой толщине стенки не обеспечивается достаточная жесткость муфты сопротивлению распора периодического профиля арматуры. При значительной толщине стенки муфты усилия обжатия опрессовочного оборудования может быть недостаточно для проведения качественной опрессовки.

Г.7 Допускается размеры или значения параметров муфт, полученные при расчете, корректировать по результатам испытаний на растяжение пробных стыков, изготовленных с использованием конкретного оборудования и соединительных муфт в части толщины муфты и общей длины муфты.

Г.8 Геометрические размеры муфт опрессованных соединений для арматуры класса А800 и более должны быть экспериментально обоснованы с учетом возможностей опрессовочного оборудования.

Г.9 Размеры муфт из стали 10 опрессованных соединений для арматуры классов А400, А500 и А600 приведены в таблице Г.1.

Т а б л и ц а Г.1

Класс стыкуемой арматуры	Диаметр соединяемой арматуры d_H, мм	Геометрические размеры соединительных муфт		
		длина l_0, мм	толщина стенки t, мм	наружный диаметр $d_{M^{\pm 2}}$, мм
		не менее		
А400, А500	16	$8d_H$ при многократной опрессовке с промежутками	4,5	28,5
	18		5	32
	20		5,5	35
	22		6	39
	25		8	43,5
	28		9	49
	32		10	55,5
	36		11	62
	40		12	69,5
А600	16	$9d_H$ при многократной опрессовке с промежутками	6	32
	18		6,5	36
	20		7,5	40
	22		8,5	45
	25		10	48
	28		11	56
	32		12	63
	36		13	68
	40		14	75

Приложение Д

Характеристики бетона и арматуры

Д.1 Для бетонных и железобетонных конструкций следует предусматривать бетоны классов и марок, приведенных в таблицах Д.1-Д4.

Т а б л и ц а Д.1

Бетон	Классы бетона по прочности на сжатие	
Тяжелый бетон	В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60; В70; В80; В90; В100	
Напрягающий бетон	В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60; В70	
Мелкозернистый бетон групп:		
А - естественного твердения или подвергнутый тепловой обработке при атмосферном давлении	В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40	
Б - подвергнутый автоклавной обработке	В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60	
Легкий бетон марок по средней плотности:		
D800, D900	В2,5; В3,5; В5; В7,5	
D1000, D1100	В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5	
D1200, D1300	В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20	
D1400, D1500	В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30	
D1600, D1700	В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40	
D1800, D1900	В15; В20; В25; В30; В35; В40	
D2000	В25; В30; В35; В40	
Ячеистый бетон марок по средней плотности:	Автоклавный	Неавтоклавный
D500	В1,5; В2; В2,5	-
D600	В1,5; В2; В2,5; В3,5	В1,5; В2
D700	В2; В2,5; В3,5; В5	В1,5; В2; В2,5
D800	В2,5; В3,5; В5; В7,5	В2; В2,5; В3,5
D900	В3,5; В5; В7,5; В10	В2,5; В3,5; В5
D1000	В7,5; В10; В12,5	В5; В7,5
D1100	В10; В12,5; В15; В17,5	В7,5; В10
D1200	В12,5; В15; В17,5; В20	В10; В12,5
Поризованный бетон марок по средней плотности:		
D800, D900, D1000	В2,5; В3,5; В5	
D1100, D1200, D1300	В7,5	
D1400	В3,5; В5; В7,5	
П р и м е ч а н и е – В настоящем своде правил термины "легкий бетон" и "поризованный бетон" применяют соответственно для обозначения легкого бетона плотной структуры и легкого бетона поризованной структуры (со степенью поризации более 6%).		

Т а б л и ц а Д.2

Бетон	Марка бетона по морозостойкости
Тяжелый, в том числе напрягающий и мелкозернистый бетоны	По первому базовому методу: $F_1$50; $F_1$75; $F_1$100; $F_1$150; $F_1$200; $F_1$300; $F_1$400; $F_1$500; $F_1$600; $F_1$800; $F_1$1000 По второму базовому методу: $F_2$100; $F_2$150; $F_2$200; $F_2$300; $F_2$400; $F_2$500
Легкий бетон	По первому базовому методу: $F_1$25; $F_1$35; $F_1$50; $F_1$75; $F_1$100; $F_1$150; $F_1$200; $F_1$300; $F_1$400; $F_1$500; $F_1$600; $F_1$800; $F_1$1000
Поризованный бетон	По первому базовому методу: $F_1$50; $F_1$75; $F_1$100; $F_1$150; $F_1$200; $F_1$300; $F_1$400; $F_1$500
Ячеистый бетон	F15; F25; F35; F50; F75; F100

Т а б л и ц а Д.3

Бетон	Марка бетона по водопроницаемости
Тяжелый, в том числе напрягающий, мелкозернистый бетоны	W2; W4; W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20
Легкий бетон	W2; W4; W6; W8; W10; W12

Т а б л и ц а Д.4

Бетон	Марка бетона по средней плотности
Легкий бетон	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400; D1500; D1600; D1700; D1800; D1900; D2000
Поризованный бетон	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D 1400
Ячеистый бетон	D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D 1200

Д.2 Расчетные значения сопротивления бетона R_b , R_{bt} , $R_{b\ ser}$, $R_{bt\ ser}$, (с округлением) в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие и осевое растяжение приведены: в таблицах Д.5 – для предельных состояний первой группы, в таблице Д.6 – второй группы.

Т а б л и ц а Д.5

Вид сопро-тивления	Бетон	Нормативные сопротивления бетона R_{bn}, $R_{bt,n}$, МПа и расчетные сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$, МПа при классе бетона по прочности на сжатие																					
		В1,5	В2	В2,5	В3,5	В5	В7,5	В10	В12,5	В15	В20	В25	В30	В35	В40	В45	В50	В55	В60	В70	В80	В90	В100
Сжатие осевое (призменная прочность) R_{bn} и $R_{b,ser}$	Тяжелый, мелкозернистый и напря-гающий	-	-	-	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11	15	18,5	22	25,5	29	32	36	39,5	43	50	57	64	71
	Легкий	-	-	1,9	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11	15	18,5	22	25,5	29	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ячеистый	1,4	1,9	2,4	3,3	4,6	6,9	9,0	10,5	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Растяже-ние осевое $R_{bt,n}$ и $R_{bt,ser}$	Тяжелый, мел-козернистый и напрягающий	-	-	-	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,10	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10	2,25	2,45	2,60	2,75	3,00	3,30	3,60	3,80
	Легкий	-	-	0,29	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,10	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ячеистый	0,22	0,26	0,31	0,41	0,55	0,63	0,89	1,00	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

П р и м е ч а н и я

1. Значения сопротивлений приведены для ячеистого бетона средней влажностью 10%.

2. Для мелкозернистого бетона на песке с модулем крупности 2,0 и менее, а также для легкого бетона на мелком пористом заполнителе значения расчетных сопротивлений $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ следует принимать с умножением на коэффициент 0,8.

3. Для поризованного бетона, а также для керамзитоперлитобетона на вспученном перлитовом песке значения расчетных сопротивлений $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ следует принимать как для легкого бетона с умножением на коэффициент 0,7.

4. Для напрягающего бетона значения $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ следует принимать с умножением на коэффициент 1,2.

Т а б л и ц а Д.6

Вид сопротивления	Бетон	Расчетные сопротивления бетона R_b, R_{bt}, МПа, для предельных состояний первой группы при классе бетона по прочности на сжатие																					
		В1,5	В2	В2,5	В3,5	В5	В7,5	В10	В12,5	В15	В20	В25	В30	В35	В40	В45	В50	В55	В60	В70	В80	В90	В100
Сжатие осевое (призменная прочность) R_b	Тяжелый, мелкозернистый и напрягающий	-	-	-	2,1	2,8	4,5	6,0	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5	30,0	33,0	37,0	41,0	44,0	47,5
	Легкий	-	-	1,5	2,1	2,8	4,5	6,0	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ячеистый	0,95	1,3	1,6	2,2	3,1	4,6	6,0	7,0	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Растяжение осевое R_{bt}	Тяжелый, мелкозернистый и напрягающий	-	-	-	0,26	0,37	0,48	0,56	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,10	2,15	2,20
	Легкий	-	-	0,20	0,26	0,37	0,48	0,56	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ячеистый	0,09	0,12	0,14	0,18	0,24	0,28	0,39	0,44	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

П р и м е ч а н и я

1. Значения сопротивлений приведены для ячеистого бетона средней влажностью 10%.

2. Для мелкозернистого бетона на песке с модулем крупности 2,0 и менее, а также для легкого бетона на мелком пористом заполнителе значения расчетных сопротивлений R_{bt} следует принимать с умножением на коэффициент 0,8.

3. Для поризованного бетона, а также для керамзитоперлитобетона на вспученном перлитовом песке значения расчетных сопротивлений R_{bt} следует принимать как для легкого бетона с умножением на коэффициент 0,7.

4. Для напрягающего бетона значения R_{bt} следует принимать с умножением на коэффициент 1,2.

5. Для тяжелых бетонов классов В70-В100 расчетные значения сопротивления осевому сжатию R_b и осевому растяжению R_{bt} приняты с учетом дополнительного понижающего коэффициента $\gamma_{b,br}$, учитывающего увеличение хрупкости высокопрочных бетонов с в связи с уменьшением деформаций ползучести и равного $\gamma_{b,br} = \frac{360-B}{300}$, где В – класс бетона по прочности на сжатие.

Т а б л и ц а Д.7

Относительная влажность воздуха окружающей среды,%	Значения коэффициента ползучести бетона $\varphi_{b,cr}$ при классе тяжелого бетона на сжатие										
	В10	В15	В20	В25	В30	В35	В40	В45	В50	В55	В60-В100
Выше 75	2,8	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1 , 0
40-75	3,9	3,4	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1 , 4
Ниже 40	5,6	4,8	4,0	3,6	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2 , 0
П р и м е ч а н и е – Относительную влажность воздуха окружающей среды принимают по СНиП КР как среднюю месячную относительную влажность наиболее теплого месяца для района строительства.											

Т а б л и ц а Д.8

Вид сопротивления	Бетон	Расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний первой группы R_{bt} , МПа, при классе бетона по прочности на осевое растяжение						
		В$_t$ 0,8	В$_t$ 1,2	В$_t$ 1,6	В$_t$ 2,0	В$_t$ 2,4	В$_t$ 2,8	В$_t$ 3 , 2
Растяжение осевое R_{bt}	Тяжелый, мелкозернистый, напрягающий и легкий	0,62	0,93	1,25	1,55	1,85	2,15	2 , 45

Д.3 В необходимых случаях расчетные значения прочностных характеристик бетона умножают на следующие коэффициенты условий работы γ_{bi} , учитывающие особенности работы бетона в конструкции (характер нагрузки, условия окружающей среды и т.д.):

а) γ_{b1} – для бетонных и железобетонных конструкций, вводимый к расчетным значениям сопротивлений и и учитывающий влияние длительности действия статической нагрузки:

γ_{b1} = 1,0 – при действии всех нагрузок, включая кратковременные нагрузки;

γ_{b1} = 0,9 (для ячеистых и поризованных бетонов γ_{b1} =0,85) – при действии только постоянных и длительных нагрузок;

б) γ_{b2} – для бетонных конструкций, вводимый к расчетным значениям сопротивления R_b и учитывающий характер разрушения таких конструкций, γ_{b2} =0,9;

в) γ_{b3} – для бетонных и железобетонных конструкций, бетонируемых в вертикальном положении при высоте слоя бетонирования более 1,5 м, вводимый к расчетному значению сопротивления бетона R_b, γ_{b3} =0,85;

г) γ_{b4} – для ячеистых бетонов, вводимый к расчетному значению сопротивления бетона R_b :

γ_{b4}=1,00 – при влажности ячеистого бетона 10% и менее;

γ_{b4}=0,85 – при влажности ячеистого бетона более 25%;

по интерполяции - при влажности ячеистого бетона более 10% и менее 25%.

Влияние попеременного замораживания и оттаивания, а также отрицательных температур учитывают коэффициентом условий работы бетона $\gamma_{b5}\leq$1,0. Для надземных конструкций, подвергаемых атмосферным воздействиям окружающей среды при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период минус 40°С и выше, принимают коэффициент γ_{b5}=1,0. В остальных случаях значения коэффициента принимают в зависимости от назначения конструкции и условий окружающей среды согласно специальным указаниям.

Д.4 Значения начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении принимают в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие В согласно таблице Д.9. Значения модуля сдвига бетона принимают равным 0,4E_b

Д.5 Расчетные значения R_{sw} для арматуры классов А240…А500, В500 приведены в таблице Д.11. Для поперечной арматуры всех классов расчетные значения сопротивления R_{sw} следует принимать не более 300 МПа.

Т а б л и ц а Д.9

Бетон	Значения начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении E_b, МПа · 10^{-3}, при классе бетона по прочности сжатия																				
	B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Тяжелый	-	-	-	9,5	13,0	16,0	19,0	21,5	24,0	27,5	30,0	32,5	34,5	36,0	37,0	38,0	39,0	39,5	41,0	42,0	42,5	43
Мелкозернистый групп:																						
А естественного твердения	-	-	-	7,0	10	13,5	15,5	17,5	19,5	22,0	24,0	26,0	27,5	28,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Б - автоклавного твердения	-	-	-	-	-	-	-	-	16,5	18,0	19,5	21,0	22,0	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	-	-	-	-
Легкий и поризованный марки по средней плотности:																						
D800	-	-	4,0	4,5	5,0	5,5																
D1000	-	-	5,0	5,5	6,3	7,2	8,0	8,4														
D1200	-	-	6,0	6,7	7,6	8,7	9,5	10,0	10,5													
D1400	-	-	7,0	7,8	8,8	10,0	11,0	11,7	12,5	13,5	14,5	15,5										
D1600	-	-	-	9,0	10,0	11,5	12,5	13,2	14,0	15,5	16,5	17,5	18,0									
D1800	-	-	-	-	11,2	13,0	14,0	14,7	15,5	17,0	18,5	19,5	20,5	21,0								
D2000	-	-	-	-	-	14,5	16,0	17,0	18,0	19,5	21,0	22,0	23,0	23,5								

Продолжение таблицы Д.9

Ячеистый автоклавного твердения марки по средней плотности:																						
D500	1 ,4																					
D600	1 ,7	1 ,8	2,1																			
D700	1 ,9	2,2	2,5	2,9																		
D800			2,9	3,4	4,0																	
D900				3,8	4,5	5,5																
D1000					5,0	6,0	7,0															
D1100						6,8	7,9	8,3	8,6													
D1200							8,4	8,8	9,3													

П р и м е ч а н и я

1. Для мелкозернистого бетона группы А, подвергнутого тепловой обработке или при атмосферном давлении, значения начальных модулей упругости бетона следует принимать с коэффициентом 0,89.

2. Для легкого, ячеистого и поризованного бетонов при промежуточных значениях плотности бетона начальные модули упругости принимают по линейной интерполяции.

3. Для ячеистого бетона неавтоклавного твердения значения принимают как для бетона автоклавного твердения с умножением на коэффициент 0,8.

Т а б л и ц а Д.10

Класс арматуры	Значения расчетного сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа	
	растяжению R_s	сжатию R_{sc}
А240	210	210
А400	340	340
А500	435	435(400)
А600	520	470(400)
А800	695	500(400)
А1000	870	500(400)
В500	415	415(380)
Вр500	415	390(360)
Вр1200	1000	500(400)
Вр1300	1100	500(400)
Вр1400	1170	500(400)
Вр1500	1250	500(400)
Вр1600	1340	500(400)
К1400	1170	500(400)
К1450	1200	500(400)
К1500	1250	500(400)
К1550	1350	500(400)
К1650	1435	500(400)
К1750	1515	500 (400)
К1850	1600	500 (400)
К1900	1670	500 (400)

П р и м е ч а н и е – Значения R_{sc} в скобках используют только при расчете на кратковременное действие нагрузки.

Т а б л и ц а Д.11

Класс арматуры	Расчетные значения сопротивления поперечной арматуры (хомутов и отогнутых стержней) растяжению для предельных состояний первой группы, МПа
А240	170
А400	280
А500	300
В500	300

Приложение Е

Предварительно напряженные железобетонные конструкции

Е.1 Предварительные напряжения арматуры

Е.1.1 Предварительные напряжения арматуры σ_{sp} принимают не более $0{,}9R_{s,n}$ для горячекатаной и горячекатаной упрочненной арматуры и не более $0{,}8R_{s,n}$ для холоднодеформированной арматуры и арматурных канатов.

Е.1.2 При расчете предварительно напряженных конструкций следует учитывать снижение предварительных напряжений вследствие потерь предварительного напряжения – до окончания передачи усилий натяжения на бетон (первые потери) и после передачи усилий натяжения на бетон (вторые потери).

При натяжении арматуры на упоры следует учитывать:

- первые потери – от релаксации предварительных напряжений в арматуре, температурного перепада при термической обработке конструкций, деформации анкеров и деформации формы (упоров);

- вторые потери – от усадки и ползучести бетона.

При натяжении арматуры на бетон следует учитывать:

- первые потери – от деформации анкеров, трения арматуры о стенки каналов или поверхность конструкции;

- вторые потери – от релаксации предварительных напряжений в арматуре, усадки и ползучести бетона.

Е.1.3 Потери от релаксации напряжений арматуры $\Delta\sigma_{sp}$ определяют по формулам:

для арматуры классов А600-А1000 при способе натяжения:

механическом – $\Delta\sigma_{sp1} = 0{,}1\sigma_{sp} - 20;$ (Е.1)

электротермическом – $\Delta\sigma_{sp1} = 0{,}03\sigma_{sp};$ (Е.2)

для арматуры классов B_p1200- B_p1600, а также для арматурных канатов классов К1400 и К1500 при механическом способе натяжения:

$$\Delta\sigma_{sp1} = \left(0{,}22\frac{\sigma_{sp}}{R_{s,n}} - 0{,}1\right) \cdot \sigma_{s,p}\ , \qquad (Е.3)$$

для стабилизированных арматурных канатов классов К1400-К1900 при механическом способе натяжения:

$$\Delta\sigma_{sp1} = 1{,}5 \cdot r \cdot \sigma_{sp}\ , \qquad (Е.4)$$

где σ_{sp}, МПа, принимается без потерь.

r - показатель релаксации, который принимают по данным изготовителя при начальной нагрузке 70% фактического разрывного усилия в течение времени действия нагрузки в 1000 ч и температуре 20°С; при отсутствии данных изготовителей показатель релаксации принимают в расчетах равным 2,5% при $\sigma_{sp} = 0{,}8R_{sn}$ 1% – при $\sigma_{sp} = 0{,}7R_{sn}$ и по линейной интерполяции для промежуточных значений σ_{sp}.

При отрицательных значениях $\Delta\sigma_{sp1}$ принимают $\Delta\sigma_{sp1}$=0.

При наличии более точных данных о релаксации арматуры допускается принимать иные значения потерь от релаксации.

Е.1.4 Потери $\Delta\sigma_{sp2}$ от температурного перепада Δt, °С, определяемого как разность температур натянутой арматуры в зоне нагрева и устройства, воспринимающего усилия натяжения при нагреве бетона, принимают равными

$$\Delta\sigma_{sp2} = 1{,}25\Delta t \quad \text{(Е.5)}$$

При отсутствии точных данных по температурному перепаду допускается принимать Δt =65°С.

При наличии более точных данных о температурной обработке конструкции допускается принимать иные значения потерь от температурного перепада.

Е.1.5 Потери от деформации стальной формы (упоров) $\Delta\sigma_{sp3}$ при неодновременном натяжении арматуры на форму определяют по формуле

$$\Delta\sigma_{sp3} = \frac{n-1}{2n} \cdot \frac{\Delta l}{l} E_s \quad \text{(Е.6)}$$

где n - число стержней (групп стержней), натягиваемых неодновременно;

Δl – сближение упоров по линии действия усилия натяжения арматуры, определяемое из расчета деформации формы;

l – расстояние между наружными гранями упоров.

При отсутствии данных о конструкции формы и технологии изготовления допускается принимать $\Delta\sigma_{sp3}$ =30 МПа.

При электротермическом способе натяжения арматуры потери от деформации формы не учитываются.

Е.1.6 Потери от деформации анкеров натяжных устройств $\Delta\sigma_{sp4}$ при натяжении арматуры на упоры определяют по формуле

$$\Delta\sigma_{sp4} = \frac{\Delta l}{l} E_S \quad \text{(Е.7)}$$

где Δl – обжатие анкеров или смещение стержня в зажимах анкеров;

l – расстояние между наружными гранями упоров.

При отсутствии данных допускается принимать Δl=2 мм.

При электротермическом способе натяжения арматуры потери от деформации анкеров не учитывают.

Е.1.7. Потери от трения о стенки каналов или поверхность конструкции при натяжении арматуры на бетон определяют по формуле

$$\sigma_{sp7} = \left(1 - \frac{1}{e^{\omega x + \delta\theta}}\right)\sigma_{sp};$$

где e – основание натуральных логарифмов;

δ – коэффициент трения арматуры о стенки каналообразователей (поверхность конструкции), принимаемый по таблице Е.1;

ω' – коэффициент учета непрямолинейности арматуры, м$^{-1}$, образующейся при производстве, принимаемый по сертификатам изготовителей арматуры. В случае отсутствия сертификатов изготовителей коэффициент ω' принимают по таблице Е.1;

x – длина участка от натяжного устройства до расчетного сечения, м;

θ – суммарный угол поворота оси арматуры;

σ_{sp} – принимают без учета потерь.

Таблица Е.1

Арматура	Тип поверхности контакта с арматурой	Коэффициенты для определения потерь от трения арматуры	
		ω'	δ
Стержневая периодического профиля	Металлическая	0,008	0,40
	Бетонная		0,65
Канатная и проволочная	Металлическая	0,01 (0,03)	0,35
	Пластиковая		0,20
	Бетонная		0,55
Арматурные элементы	–	0,01	0,10

Примечания
1. Значение коэффициента ω' в скобке относится к канатам первой категории качества.
2. При канатной или проволочной арматуре и гофрированной металлической поверхности допускается снижение коэффициента δ на 0,10.
3. Арматурные элементы выполняют из арматурных канатов К7 и К70, размещенных в заполненной защитным пластичным материалом пластиковой оболочке (ГОСТ Р 58386).

Е.1.8 Потери от усадки бетона $\Delta\sigma_{sp5}$ при натяжении арматуры на упоры определяют по формуле

$$\Delta\sigma_{sp5} = \varepsilon_{b,sh} \cdot E_s \ , \tag{Е.8}$$

где $\varepsilon_{b,sh}$ – деформации усадки бетона, значения которых можно приближенно принимать в зависимости от класса бетона равными:

0,0002 – для бетона классов В35 и ниже;

0,00025 – для бетона класса В40;

0,0003 – для бетона классов В45 и выше.

Для бетона, подвергнутого тепловой обработке при атмосферном давлении, потери от усадки бетона $\Delta\sigma_{sp5}$ вычисляют по формуле (Е.8) с умножением полученного результата на коэффициент, равный 0,85.

Потери от усадки бетона $\Delta\sigma_{sp5}$ при натяжении арматуры на бетон определяют по формуле (Е.8) с умножением полученного результата независимо от условий твердения бетона на коэффициент, равный 0,75

Допускается потери от усадки бетона определять более точными методами.

Е.1.9 Потери от ползучести бетона $\Delta\sigma_{sp6}$ определяют по формуле

$$\Delta\sigma_{sp6} = \frac{0{,}8 \cdot \alpha \cdot \varphi_{b,cr} \cdot \sigma_{bpj}}{1 + \alpha \cdot \mu_{spj} \cdot \left(1 + \dfrac{y_{sj}^2 \cdot A_{red}}{I_{red}}\right) \cdot \left(1 + 0{,}8 \cdot \varphi_{b,cr}\right)} \tag{Е.9}$$

где $\varphi_{b,cr}$ – коэффициент ползучести бетона;

σ_{bpj} – напряжения в бетоне на уровне центра тяжести рассматриваемой j-й группы стержней напрягаемой арматуры;

y_{sj} – расстояние между центрами тяжести сечения рассматриваемой группы стержней напрягаемой арматуры и приведенного поперечного сечения элемента;

A_{red} , I_{red} – площадь приведенного сечения элемента и ее момент инерции относительно центра тяжести приведенного сечения;

μ_{spj} – коэффициент армирования, равный A_{spj} / A , где A и A_{spj} – площади поперечного сечения элемента и рассматриваемой группы стержней напрягаемой арматуры соответственно.

Для бетона, подвергнутого тепловой обработке, потери вычисляют по формуле (Е.9) с умножением полученного результата на коэффициент, равный 0,85.

Допускается потери от ползучести бетона определять более точными методами.

Напряжения σ_{bpj} определяют по правилам расчета упругих материалов, принимая приведенное сечение элемента, включающее площадь сечения бетона и площадь сечения всей продольной арматуры (напрягаемой и ненапрягаемой) с коэффициентом приведения арматуры к бетону $\alpha = \frac{E_s}{E_b}$, согласно Е.1.11.

При $\sigma_{bpj} < 0$ принимается $\Delta\sigma_{sp6} = 0$ и $\Delta\sigma_{sp5} = 0$.

При криволинейном расположении вдоль длины конструкции арматуры без сцепления с бетоном для определения сжимающих напряжений по формуле (Е.9) конструкцию разбивают на отдельных участков. Для каждого участка сжимающие напряжения в бетоне на уровне рассматриваемой арматуры определяют по правилам расчета упругих тел и значение принимают как среднее арифметическое напряжений во всех рассматриваемых участках

$$\Delta\sigma_{bpj} = \frac{\sum\sigma_{bi} \cdot l_i}{L} \tag{Е.9а}$$

где σ_{bi} – напряжение в бетоне на i-м участке, определяемое по среднему сечению этого участка;

l_i – длина i-го участка;

L – полная длина конструкции в пределах рассматриваемой арматуры

Допускается при криволинейном расположении напрягаемой на бетон арматуры по длине конструкции расчет потерь от ползучести бетона производить по формуле

$$\Delta\sigma_{sp6} = \varepsilon_{cp} \cdot E_{sp} \tag{Е.9б}$$

где ε_{cp} – относительное укорочение бетона на уровне напрягаемой арматуры, расположенной в середине высоты поперечного сечения. Значение ε_{cp} определяют по формуле

$$\varepsilon_{cp} = \frac{\varphi_{b,cr} \cdot \sigma_{bp}}{E_{bp}} \tag{Е.9в}$$

где $\varphi_{b,cr}$ – коэффициент ползучести бетона, определяемый по 6.1.16.

При применении в конструкции продольной арматуры из нескольких канатов, высокопрочной проволочной арматуры, стержней (или их групп), натягиваемых на бетон неодновременно, следует учитывать изменение (снижение или повышение) напряжений в арматуре, натянутой ранее, вследствие упругого обжатия бетона усилиями арматуры, натягиваемой позднее. Изменение напряжения в каждой рассматриваемой арматуре (или группе) принимают равным

$$\Delta\sigma_s = \sum \Delta\sigma_{si} = \sum \frac{\Delta\sigma_{bi} \cdot E_s}{E_{bp}} \qquad (Е.9г)$$

где $\Delta\sigma_{bi}$ – среднее напряжение в бетоне на участке длины рассматриваемой арматуры, натянутой ранее, на уровне его центра тяжести от силы натяжения каждой i-й группы арматуры, натягиваемой позже. Напряжения в арматуре этих групп принимают за вычетом первых потерь.

Вычисленные значения $\Delta\sigma_s$ следует учитывать при назначении контролируемого напряжения для каждой группы арматуры, неодновременно натягиваемой на бетон.

Допускается потери предварительного напряжения от обжатия бетона при неодновременном натяжении арматуры на бетон определять по формуле

$$\Delta\sigma_s = \varepsilon_b \cdot E_{sp} \qquad (Е.9д)$$

где ε_b- усредненная деформация укорочения бетона, определяемая по формуле

$$\varepsilon_b = \frac{n-1}{2n} \cdot \frac{P}{A_b \cdot E_{bp}} \qquad (Е.9е)$$

E_{sp} – модуль упругости предварительно напряженной арматуры;

n – см. Е.1.5;

E_{bp} – начальный модуль упругости бетона, соответствующий передаточной прочности бетона;

A_b – площадь обжимаемого бетонного сечения за вычетом площади поперечного сечения предварительно напряженной арматуры;

P – действующее в сечении сжимающее усилие от натяжения.

Е.1.10 Полные значения первых потерь предварительного напряжения арматуры (Е.1.3-Е.1.6) определяют по формуле

$$\Delta\sigma_{sp(1)} = \sum_i \Delta\sigma_{spi} \qquad (Е.10)$$

где i – номер потерь предварительного напряжения.

Усилие предварительного обжатия бетона с учетом первых потерь равно:

$$P_{(1)} = \sum_j \left(A_{spj} \cdot \sigma_{sp(1)j} \right) \qquad (Е.11)$$

где A_{spj} и $\sigma_{sp(1)j}$ – площадь сечения j-й группы стержней напрягаемой арматуры в сечении элемента и предварительное напряжение в группе с учетом первых потерь

$$\sigma_{sp(1)f} = \sigma_{spj} - \Delta\sigma_{sp(1)f}$$

здесь σ_{spj} – начальное предварительное напряжение рассматриваемой группы стержней арматуры.

Полные значения первых и вторых потерь предварительного напряжения арматуры (см. Е.1.3-Е.1.8) определяют по формуле

$$\Delta\sigma_{sp(2)} = \sum_i \Delta\sigma_{spi} \quad \text{(Е.12)}$$

Усилие в напрягаемой арматуре с учетом полных потерь равно

$$P_{(2)} = \sum_j \left(A_{spj} \cdot \sigma_{sp(2)f} \right) \quad \text{(Е.13)}$$

где $\sigma_{sp(2)j} = \sigma_{spj} - \Delta\sigma_{sp(2)j}$

При проектировании конструкций полные суммарные потери $\Delta\sigma_{sp(2)j}$ для арматуры, расположенной в растянутой при эксплуатации зоне сечения элемента (основной рабочей арматуры), следует принимать не менее 100 МПа.

При определении усилия предварительного обжатия бетона P с учетом полных потерь напряжений следует учитывать сжимающие напряжения в ненапрягаемой арматуре, численно равные сумме потерь от усадки и ползучести бетона на уровне этой арматуры.

При определении усилий обжатия с учетом ненапрягаемой арматуры на уровне ненапрягаемой арматуры, потери от ползучести на этом уровне принимают равными $\Delta\sigma_{spj6} \dfrac{\sigma_{bs}}{\sigma_{bp}}$ где $\Delta\sigma_{spj6}$ – потери от ползучести для стержней напрягаемой арматуры, ближайшей к рассматриваемой ненапрягаемой арматуре; σ_{bs} и σ_{bp} – напряжения в бетоне на уровне рассматриваемой ненапрягаемой и напрягаемой арматуры соответственно.

Е.1.11 Предварительные напряжения в бетоне σ_{sp} при передаче усилия предварительного обжатия $P_{(1)}$, определяемого с учетом первых потерь, не должны превышать:

- если напряжения уменьшаются или не изменяются при действии внешних нагрузок – $0{,}9R_{bp}$;
- если напряжения увеличиваются при действии внешних нагрузок – $0{,}7R_{bp}$.

Напряжения в бетоне σ_{bp} определяют по формуле

$$\sigma_{bp} = \frac{P_{(1)}}{A_{red}} \pm \frac{P_{(1)} \cdot e_{0p} \cdot y}{L_{red}} \pm \frac{M \cdot y}{L_{red}} \quad \text{(Е.14)}$$

где $P_{(1)}$ – усилие предварительного обжатия с учетом первых потерь;

M – изгибающий момент от внешней нагрузки, действующий в стадии обжатия (собственный вес элемента);

y – расстояние от центра тяжести сечения до рассматриваемого волокна;

e_{0p} – эксцентриситет усилия $P_{(1)}$ относительно центра тяжести приведенного поперечного сечения элемента.

Е.1.12 Длину зоны передачи предварительного напряжения на бетон для арматуры без дополнительных анкерующих устройств определяют по формуле

$$l_p = \frac{\sigma_{sp} \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s} \qquad (Е.15)$$

но не менее $10d_s$ и 200 мм, а для арматурных канатов также не менее 300 мм.

В формуле (Е.15):

σ_{sp} – предварительное напряжение в напрягаемой арматуре с учетом первых потерь;

R_{bond} – сопротивление сцепления напрягаемой арматуры с бетоном, отвечающее передаточной прочности бетона;

A_s ,u_s – площадь и периметр стержня арматуры.

Передачу предварительного напряжения с арматуры на бетон следует осуществлять плавно.

Е.2 Расчет элементов предварительно напряженных железобетонных конструкций по предельным состояниям первой группы

Расчет предварительно напряженных железобетонных элементов по прочности

Общие положения

Е.2.1 Расчет предварительно напряженных элементов производят для стадии эксплуатации на действие изгибающих моментов и поперечных сил от внешних нагрузок и для стадии предварительного обжатия на действие усилий от предварительного натяжения арматуры и усилий от внешних нагрузок, действующих в стадии обжатия.

Е.2.2 Расчет по прочности предварительно напряженных элементов при действии изгибающих моментов следует производить для сечений, нормальных к их продольной оси.

Расчет по прочности нормальных сечений в общем случае производят на основе нелинейной деформационной модели согласно Е.2.13-Е.2.15, а также на основе предельных усилий согласно Е.2.7-Е.2.12.

Е.2.3 Для железобетонных элементов, у которых предельное усилие по прочности оказывается меньше предельного усилия по образованию трещин, площадь сечения продольной растянутой арматуры должна быть увеличена по сравнению с требуемой из расчета по прочности не менее чем на 15% или должна удовлетворять расчету по прочности на действие момента образования трещин.

Е.2.4 Расчет преднапряженных элементов в стадии обжатия производят как при внецентренном сжатии усилием предварительного обжатия в предельном состоянии согласно Е.2.10-Е.2.12.

Е.2.5 Расчет предварительно напряженных элементов по прочности при действии поперечных сил (расчет по наклонным сечениям) и местном действии нагрузки (расчеты на смятие и продавливание) следует производить согласно разделу 7 .

Е.2.6 При расчете предварительно напряженных элементов по прочности следует учитывать возможные отклонения предварительного напряжения, определяемого согласно Е.1.10, путем умножения значений σ_{spj} (или усилия обжатия P_j) для рассматриваемого j-го стержня или группы стержней напрягаемой арматуры на коэффициент γ_{sp}.

Значения коэффициента γ_{sp} принимают равными:

0,9 – при благоприятном влиянии предварительного напряжения;

1,1 – при неблагоприятном влиянии предварительного напряжения.

Расчет предварительно напряженных элементов на действие изгибающих моментов в стадии эксплуатации по предельным усилиям

Е.2.7 Расчет по прочности нормальных сечений предварительно напряженных элементов со сцеплением арматуры с бетоном следует производить согласно подраздела 7.2 с учетом Е.2.8, Е.2.9. При этом в формулах расчета обозначения площадей сечения A_s и A'_s следует относить как к напрягаемой, так и к ненапрягаемой арматуре.

Допускается принимать для растянутой арматуры с условным пределом текучести напряжения выше R_s , но не более 1,1 R_s в зависимости от соотношения ξ и ξ_R.

Е.2.8 Значение ξ_R в формуле

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{0,8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}} \qquad \text{(Е15а)}$$

принимают по разделу 7, в которой значения относительной деформации арматуры растянутой зоны $\varepsilon_{s,el}$ следует определять по формулам:

- для арматуры с условным пределом текучести

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s + 400 - \sigma_{sp}}{E_s} \qquad (Е.16)$$

где σ_{sp} – предварительное напряжение в арматуре с учетом всех потерь и γ_{sp} =0,9; значения R_s, σ_{sp}, E_s в формуле (Е.16) принимают в МПа.

- для ненапрягаемой арматуры с физическим пределом текучести

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}$$

Е.2.9 Для напрягаемой арматуры, расположенной в сжатой зоне, расчетное сопротивление сжатию R_{sc} следует заменить напряжением σ_{sc}, равным:

500 - σ'_{sp} – при учете коэффициента условий работы бетона γ_{b1}=0,9;

400 - σ'_{sp} – при γ_{b1}=1,0.

Здесь σ'_{sp} принимают в МПа.

Значения σ'_{sp} определяют с коэффициентом γ_{sp} =1,1.

Во всех случаях напряжение σ_{sc} принимают не более R_{sc}.

Расчет предварительно напряженных элементов в стадии предварительного обжатия

Е.2.10 При расчете элемента в стадии предварительного обжатия усилие в напрягаемой арматуре вводится в расчет как внешняя продольная сила, равная

$$N_p=(\sigma'_{sp}-330)A'_{sp}+\sigma_{sp}\cdot A_{sp} \qquad (Е.17)$$

где A'_{sp} и A_{sp} – площади сечения напрягаемой арматуры, расположенной соответственно в наиболее обжатой и в растянутой (менее обжатой) зонах сечения;

σ'_{sp} и σ_{sp} – предварительные напряжения с учетом первых потерь и коэффициента γ_{sp}=1,1 в арматуре с площадью сечения A'_{sp} и A_{sp}. Для предварительно напряженных элементов с натяжением арматуры на бетон расчет по прочности в стадии предварительного обжатия производят, принимая в правой части формулы (Е.17) первое слагаемое равным нулю.

Е.2.11 Расчет по прочности элементов прямоугольного сечения в стадии предварительного обжатия производят из условия

$$N_p\cdot e_p \le R_b\cdot b\cdot x(h_0-0,5x)+R_{sc}\cdot A'_s(h_0-a') \qquad (Е.18)$$

где e_p – расстояние от точки приложения продольной силы N_p с учетом влияния изгибающего момента M от внешней нагрузки, действующей в стадии изготовления (собственная масса элемента), до центра тяжести сечения ненапрягаемой арматуры растянутой или наименее сжатой (при полностью сжатом сечении элемента) от этих усилий (см. рисунок Е.1), определяемое по формуле

$$e_p = e_{0p} + 0{,}5h - a \pm \frac{M}{N_P} \qquad (Е.19)$$

e_{0p} – расстояние от точки приложения силы N_p до центра тяжести сечения элемента;

R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию, принимаемое по линейной интерполяции как для класса бетона по прочности на сжатие, численно равного передаточной прочности бетона R_{bp};

R_{sc} – расчетное сопротивление ненапрягаемой арматуры сжатию, принимаемое в стадии предварительного обжатия не более 330 МПа;

A'_s – площадь сечения ненапрягаемой арматуры, расположенной в наиболее сжатой зоне сечения элемента.

Высоту сжатой зоны бетона определяют в зависимости от величины ξ_R по формуле Е 15а , с подстановкой в нее значения $\varepsilon_{s,el} = \frac{R_S}{E_S}$, где R_s – расчетное асопротивление растянутой ненапрягаемой арматуры A_s, и $\varepsilon_{b,ult}$=0,003:

а) при $\xi = \frac{x}{h_0} \le \xi_R$ (см. рисунок Е.1) по формуле

$$x = \frac{N_p + R_S A_S - R_{SC}}{R_b \cdot b} \qquad (Е.20)$$

б) при $\xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R$ по формуле

$$x = \frac{N_p + R_S A_S \cdot \dfrac{1+\xi_R}{1-\xi_R}}{R_b \cdot b + \dfrac{2R_S A_S}{h_0(1-\xi_R)}} \qquad (Е.21)$$

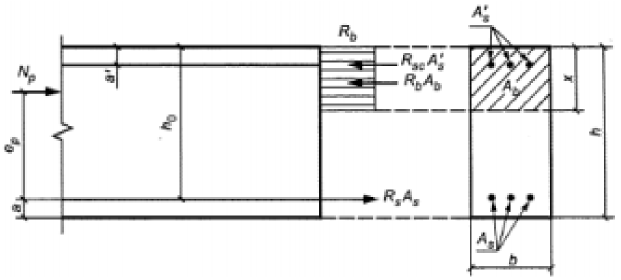


Рисунок Е.1 – Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого предварительно напряженного элемента при его расчете по прочности в стадии обжатия

Е.2.12 Расчет по прочности элементов таврового и двутаврового сечений в стадии предварительного обжатия производят в зависимости от положения границы сжатой зоны:

а) если граница сжатой зоны проходит в полке, т.е. соблюдается условие

$$N_p \le R_b \cdot b'_f h'_f - R_s A_s + R_{sc} A'_s, \qquad (Е.22)$$

расчет производят как для прямоугольного сечения шириной b'_f согласно Е.2.11 ;

б) если граница сжатой зоны проходит в ребре т.е. условие (Е.22) не соблюдается, расчет производят из условия

$$N_p \cdot e_p = R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0{,}5x) + R_b(b'_f - b) \cdot h'_f(h_0 - 0{,}5h'_f) + R_{sc} A'_s(h_0 - a'), \qquad (Е.23)$$

где $e_p = e_{0p} + z_s \pm \frac{M}{N_p}$; e_{0p} – см. Е.2.11 ;

z_s – расстояние от центра тяжести сечения элемента до растянутой (наименее сжатой) ненапрягаемой арматуры.

Высоту сжатой зоны определяют по формулам:

а) при $\xi = \frac{x}{h_0} \le \xi_R$ (ξ_R – см. Е.2.11)

$$x = \frac{N_p + R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_b\left(b'_f - b\right)h'_f}{R_b \cdot b} \qquad (Е.24)$$

б) при $\xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R$

$$x = \frac{N_p + R_s A_s \cdot \frac{1+\xi_R}{1-\xi_R} - R_{sc} A'_s - R_b\left(b'_f - b\right)h'_f}{R_b \cdot b + \frac{2R_s A_s}{h_0\left(1-\xi_R\right)}} \qquad (Е.25)$$

Расчет по прочности нормальных сечений на основе нелинейной деформационной модели

Е.2.13 При расчете по прочности на основе нелинейной деформационной модели усилия и деформации в сечении, нормальном к продольной оси элемента, определяют по разделу 7.2.

Е.2.14 При расчете нормальных сечений по прочности (см. рисунок Е.2) в общем случае применяют:

- уравнения равновесия внешних сил и внутренних усилий в нормальном сечении элемента:

$$M_x = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{bxi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{sxj}; \qquad (Е.26)$$

$$M_y = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{byi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{syj}; \qquad (Е.27)$$

$$N = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \qquad (Е.28)$$

- уравнения, определяющие распределение деформаций от действия внешней нагрузки по сечению элемента:

$$\varepsilon_{bi} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{bxi} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{byi}; \qquad (Е.29)$$

$$\varepsilon_{sj} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{sxj} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{syj}; \qquad (Е.30)$$

$$\varepsilon_{si} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{sxi} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{syi}; \qquad (Е.31)$$

- зависимости, связывающие напряжения и относительные деформации бетона и арматуры:

- бетона

$$\sigma_{bi} = E_b \cdot \upsilon_{bi} \cdot \varepsilon_{bi}; \qquad (Е.32)$$

- ненапрягаемой арматуры

$$\sigma_{sj} = E_{sj} \cdot \upsilon_{sj} \cdot \varepsilon_{sj}; \qquad (Е.33)$$

- напрягаемой арматуры

$$\sigma_{si} = E_{si} \cdot \upsilon_{si} \left(\varepsilon_{si} + \varepsilon_{spi} \right) \qquad (Е.34)$$

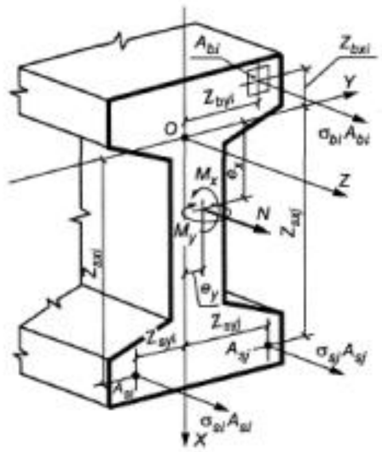


Рисунок Е.2 – Расчетная схема нормального сечения предварительно напряженного железобетонного элемента

В уравнениях (Е.26)-(Е.34):

A_{si}, Z_{sxi}, Z_{syi}, σ_{si} – площадь, координаты центра тяжести i-го стержня напрягаемой арматуры и напряжение в нем;

ε_{si} – относительная деформация i-го стержня напрягаемой арматуры от действия внешней нагрузки;

ε_{spi} – относительная деформация предварительного напряжения арматуры, определяемая с учетом потерь предварительного напряжения, соответствующих рассматриваемой расчетной стадии;

E_{si} – модуль упругости i-го стержня напрягаемой арматуры;

ν_{si} – коэффициент упругости i-го стержня ненапрягаемой арматуры;

Значения коэффициентов ν_{bi} и ν_{sj} определяют по разделу 7, а значения коэффициентов ν_{si} – по формуле

$$\upsilon_{si} = \frac{\sigma_{si}}{E_{si} \cdot \left(\varepsilon_{si} + \varepsilon_{spi}\right)}. \qquad (Е.35)$$

Е.2.15 Расчет нормальных сечений железобетонных элементов по прочности производят из условий, приведенных в разделе 7.

Е.3 Расчет предварительно напряженных элементов железобетонных конструкций по предельным состояниям второй группы

Общие положения

Е.3.1 Расчеты по предельным состояниям второй группы включают:

- расчет по образованию трещин;
- расчет по раскрытию трещин;
- расчет по деформациям.

Е.3.2 Расчет по образованию трещин производят, когда необходимо обеспечить отсутствие трещин, а также как вспомогательный при расчете по раскрытию трещин и по деформациям.

Требования по отсутствию трещин предъявляют к предварительно напряженным конструкциям, у которых при полностью растянутом сечении должна быть обеспечена непроницаемость (находящихся под давлением жидкости или газов, испытывающих воздействие радиации и т.п.), к уникальным конструкциям, а также к конструкциям при воздействии сильно агрессивной среды.

Е.3.3 При расчете по образованию трещин в целях их недопущения коэффициент надежности по нагрузке принимают γ_f >1,0 (как при расчете по прочности). При расчете по раскрытию трещин и по деформациям (включая вспомогательный расчет по образованию трещин) принимают коэффициент надежности по нагрузке γ_f =1,0.

Е.3.4 Расчет изгибаемых предварительно напряженных элементов по предельным состояниям второй группы производят как при внецентренном сжатии на совместное действие усилий от внешней нагрузки: изгибающего момента M и продольной силы N_p , равной усилию предварительного обжатия P . При этом для элементов с предварительно напряженной арматурой без ее сцепления с бетоном характеристики приведенного сечения определяют с учетом только ненапрягаемой арматуры.

Расчет предварительно напряженных железобетонных элементов по образованию и раскрытию трещин

Е.3.5 Расчет предварительно напряженных изгибаемых элементов по раскрытию трещин производят согласно общим положениям подраздела 7.4 и Е.3.6-Е.3.10.

Определение момента образования трещин, нормальных к продольной оси элемента

Е.3.6 Изгибающий момент M_{crc} при образовании трещин в общем случае определяется по деформационной модели согласно Е.3.10. Допускается для простых сечений (прямоугольного и таврового сечений с арматурой,

расположенной у верхней и нижней граней сечения, с полкой в сжатой зоне) определять момент трещинообразования согласно Е.3.7.

Е.3.7 Определение момента образования трещин производят с учетом неупругих деформаций растянутого бетона согласно Е.3.8.

Допускается момент образования трещин определять без учета неупругих деформаций растянутого бетона, принимая в формуле (Е.36) $W_{pl} = W_{red}$. Если при этом условия $M > M_{crc}$ и $f \leq f_{ult}$ не удовлетворяются, то момент образования трещин следует определять с учетом неупругих деформаций растянутого бетона.

Е.3.8 Момент образования трещин предварительно напряженных изгибаемых элементов с учетом неупругих деформаций растянутого бетона определяют по формуле

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} \pm P \cdot e_{яр}, \qquad (Е.36)$$

где W_{pl} – момент сопротивления приведенного сечения для крайнего растянутого волокна;

$e_{яр}=e_{0p}+r$ – расстояние от точки приложения усилия предварительного обжатия P до ядровой точки, наиболее удаленной от растянутой зоны, трещинообразование которой проверяется;

e_{0p} – то же, до центра тяжести приведенного сечения;

r – расстояние от центра тяжести приведенного сечения до ядровой точки.

$$r = \frac{W_{red}}{A_{red}} \qquad (Е.37)$$

В формуле (Е.36) знак "плюс" принимают, когда направления вращения моментов $P \cdot e_{яр}$ и внешнего изгибающего момента M противоположны; "минус" – когда направления совпадают.

Значения W_{red} и A_{red} определяют согласно указаниям 8.2.

Для прямоугольных сечений и тавровых сечений с полкой, расположенной в сжатой зоне, значение W_{pl} при действии момента в плоскости оси симметрии допускается определять по формуле $W_{pl}=1{,}3W_{red}$ Е.3.9 Усилие N_{crc} при образовании трещин в центрально-растянутых элементах определяют по формуле (8.127).

Е.3.10 Определение момента образования трещин на основе нелинейной деформационной модели производят согласно Е.2.13-Е.2.15, но с учетом работы бетона в растянутой зоне нормального сечения, определяемой диаграммой состояния растянутого бетона. Расчетные характеристики материалов принимают для предельных состояний второй группы.

Значение M_{crc} определяют из решения системы уравнений, представленных в Е.2.13-Е.2.15, принимая относительную деформацию бетона $\varepsilon_{bt,\max}$ у растянутой

грани элемента от действия внешней нагрузки, равной предельному значению относительной деформации бетона при растяжении $\varepsilon_{bt,ult}$.

Расчет ширины раскрытия трещин, нормальных к продольной оси элемента

Е.3.11 Ширину раскрытия нормальных трещин определяют по формуле $a_{crc,i} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot l_s$, в которой значение напряжений σ_s в растянутой арматуре изгибаемых предварительно напряженных элементов от внешней нагрузки определяют по формуле

$$\sigma_s = \left[\frac{M_p (h_0 - y_c)}{L_{red}} - \frac{N_p}{A_{red}}\right] \cdot \alpha_{s1}, \qquad \text{(Е.38)}$$

где I_{red} , A_{red} , y_c – момент инерции, площадь приведенного поперечного сечения элемента и расстояние от наиболее сжатого волокна до центра тяжести приведенного сечения, определяемые с учетом площади сечения только сжатой зоны бетона, площадей сечения растянутой и сжатой арматуры, принимая в соответствующих формулах значения коэффициента приведения арматуры к бетону $\alpha_{s2} = \alpha_{s1}$;

N_p – внешняя продольная сила, равная усилию предварительного обжатия (см. Е.3.4);

M_p – изгибающий момент от внешней нагрузки и усилия предварительного обжатия, определяемый по формуле

$$M_p = M \pm N_p \cdot e_{0p} \qquad \text{(Е.39)}$$

где e_{0p} – расстояние от точки приложения внешней продольной силы N_p до центра тяжести приведенного сечения.

Знак "минус" в формуле (Е.39) принимают, когда направления вращений моментов M и $N_p \cdot e_{0p}$ не совпадают, и "плюс" – когда совпадают.

Допускается напряжение σ_s определять по формуле

$$\sigma_s = \frac{M - N_p \cdot (z - e_{sp})}{z \cdot A_s}, \qquad \text{(Е.40)}$$

где z – расстояние от центра тяжести арматуры, расположенной в растянутой зоне сечения, до точки приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне элемента;

e_{sp} – расстояние от центра тяжести той же арматуры до точки приложения внешней продольной силы N_p.

Для элементов прямоугольного поперечного сечения при отсутствии (или без учета) сжатой арматуры значение z определяют по формуле

$$z = h_0 - \frac{x_N}{3} \quad \text{(Е.41)}$$

где x_N – высота сжатой зоны, определяемая с учетом действия внешней продольной силы N_p.

Для элементов прямоугольного, таврового (с полкой в сжатой зоне) и двутаврового поперечного сечения допускается значение z принимать равным $0{,}7h_0$.

Напряжения σ_s , определяемые по формулам (Е.38), (Е.40), не должны превышать ($R_{s,ser}$ - σ_{sp}).

Расчет предварительно напряженных железобетонных элементов по деформациям

Е.3.12 Расчет предварительно напряженных элементов по деформациям производят с учетом Е.3.13-Е.3.15.

Е.3.13 Полную кривизну изгибаемых предварительно напряженных элементов для вычисления их прогибов определяют по формулам Е.44 и Е.45, при этом значения кривизн $\left(\frac{1}{r}\right)_1$, $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ и $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ определяют по Е.3.14 с учетом усилия предварительного обжатия.

Допускается при определении кривизны учитывать влияние деформаций усадки и ползучести бетона в стадии предварительного обжатия.

Е.3.14 Кривизну изгибаемых предварительно напряженных элементов $\frac{1}{r}$ от действия соответствующих нагрузок определяют по формуле

$$\frac{1}{r} = \frac{M - N_p \cdot e_{0p}}{D} \quad \text{(Е.42)}$$

где M – изгибающий момент от внешней нагрузки;

N_p и e_{0p} – продольная сила, равная усилию предварительного обжатия, и ее эксцентриситет относительно центра тяжести приведенного поперечного сечения элемента;

D – изгибная жесткость приведенного поперечного сечения элемента, как для внецентренно сжатого усилием предварительного обжатия элемента с учетом изгибающего момента от внешней нагрузки (см. рисунок Е.3).

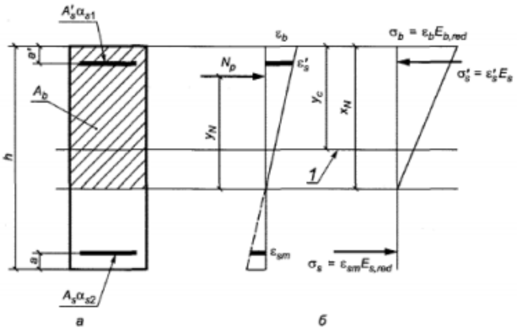


Рисунок Е.3 - Приведенное поперечное сечение (*а*) и схема напряженно-деформированного состояния изгибаемого предварительно напряженного элемента с трещинами (*б*) при его расчете по деформациям

1 - уровень центра тяжести приведенного без учета растянутой зоны бетона поперечного сечения

Е.3.15 Кривизну изгибаемых предварительно напряженных элементов допускается определять по формуле

$$\frac{1}{r} = \frac{M - N_p \cdot z_p}{E_{s,red} \cdot A_s \cdot z\left(h_0 - x_N\right)} \tag{Е.43}$$

где z_p – расстояние от точки приложения усилия предварительного обжатия до точки приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне;

z – расстояние от центра тяжести растянутой арматуры до точки приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне;

x_N – высота сжатой зоны с учетом влияния предварительного обжатия.

Высоту сжатой зоны определяют как для изгибаемых элементов без преднапряжения с умножением значения μ_s на $1+\frac{N_p}{M_p}\cdot z$ Значения z_p и z допускается определять, принимая расстояние от точки приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне до наиболее сжатого волокна сечения равным $0{,}3h_0$.

Определение кривизны предварительно напряженных элементов на основе нелинейной деформационной модели

Е.3.16 Полную кривизну изгибаемых предварительно напряженных элементов на участках без трещин в растянутой зоне сечения определяют по формуле

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2, \tag{Е.44}$$

а на участках с трещинами в растянутой зоне сечения - по формуле

$$\frac{1}{r}=\left(\frac{1}{r}\right)_1-\left(\frac{1}{r}\right)_2+\left(\frac{1}{r}\right)_3. \qquad (Е.45)$$

Значения кривизн, входящих в эти формулы определяют из решения системы уравнений (Е.26)-(Е.34) с учетом Е.2.13. При этом для элементов с нормальными трещинами в растянутой зоне напряжение в напрягаемой арматуре, пересекающей трещины, определяют по формуле

$$\sigma_{si}=\left(\frac{E_{si}\cdot\varepsilon_{si}}{\psi_{si}}+E_{si}\cdot\varepsilon_{spi}\right)\upsilon_{si} \qquad (Е.46)$$

а в ненапрягаемой арматуре

$$\sigma_{sj}=\frac{E_{sj}\cdot\varepsilon_{sj}}{\psi_{sj}} \qquad (Е.47)$$

где

$$\psi_{si(f)}=\frac{1}{1+0{,}8\cdot\dfrac{\varepsilon_{si(j),crc}}{\varepsilon_{si(j)}}} \qquad (Е.48)$$

здесь $\varepsilon_{si(j),crc}$ – относительная деформация растянутой арматуры в сечении с трещиной от действия внешней нагрузки сразу после образования трещин;

$\varepsilon_{si(j)}$, – относительные деформации растянутой арматуры, пересекающей трещины, в рассматриваемой стадии;

ε_{spi} – относительная деформация предварительного напряжения арматуры.

При определении кривизны от непродолжительного действия нагрузки в расчете применяют диаграммы кратковременного деформирования сжатого и растянутого бетона, а при определении кривизны от продолжительного действия нагрузки – диаграммы длительного деформирования бетона с расчетными характеристиками для предельных состояний второй группы.

Приложение Ж

Расчет колонн круглого и кольцевого сечений

Ж.1 Расчет прочности кольцевых сечений колонн (рисунок Ж.1) при соотношении внутреннего и наружного радиусов $r_1/r_2 \geq 0{,}5$ и арматуре, равномерно распределенной по окружности (при минимум семи продольных стержнях), производятся в зависимости от относительной площади сжатой зоны бетона

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_s A_{s,}}{R_b A + (R_{sc} + 1{,}7 R_s) A_{s,tot}}; \qquad (Ж.1)$$

а) при $0{,}15 < \xi_{cir} < 0{,}6$ – из условия

$$M \leq (R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s) \frac{\sin \pi \xi_{sir}}{\pi} + R_s A_{s,tot} r_s (1 - 1{,}7 \xi_{sir})(0{,}2 + 1{,}3 \xi_{sir}) \qquad (Ж.2)$$

б) при $\xi_{cir} \leq 0{,}15$ - из условия

$$M \leq \left(R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s \right) \frac{\sin \pi \xi_{sir1}}{\pi} + 0{,}295 R_s A_{s,tot} r_s, \qquad (Ж.3)$$

где $\xi_{cir1} = \dfrac{N + 0{,}75 R_s A_{s,tot}}{R_b A + R_{sc} A_{s,tot}}$

в) при $\xi_{cir} \geq 0{,}6$ - из условия

$$M \leq \left(R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s \right) \frac{\sin \xi_{sir2}}{\pi}, \qquad (Ж.4)$$

где

$$\xi_{cir2} = \frac{N}{R_b A + R_{sc} A_{s,tot}} \qquad (Ж.5)$$

В формулах (Ж.1) - (Ж.5):

$A_{s,tot}$ - площадь сечения всей продольной арматуры;

$r_m = \dfrac{r_1 + r_2}{2}$;

r_s – радиус окружности, проходящей через центры тяжести стержней продольной арматуры;

Момент M определяется с учетом влияния прогиба элемента.

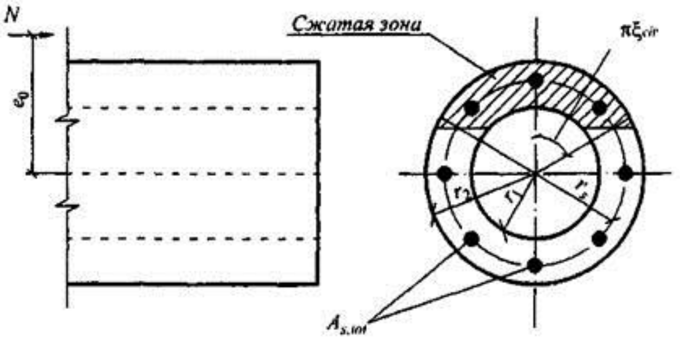


Рисунок Ж.1 – Схема, принимаемая при расчете кольцевого сечения сжатого элемента

Ж.2 Расчет прочности круглых сечений колонн (рисунок Ж.2) с арматурой, равномерно распределенной по окружности (при числе минимум семи продольных стержней), при классе арматуры не выше А400 проверяется из условия

$$M \le \frac{2}{3} R_b A r \frac{\sin^3 \pi\xi_{sir}}{\pi} + R_s A_{s,tot} \left(\frac{\sin \pi\xi_{sir}}{\pi} + \varphi \right) r_s \qquad (Ж.6)$$

где r – радиус поперечного сечения

ξ_{cir} – относительная площадь сжатой зоны бетона, определяемая следующим образом:

- при выполнении условия

$$N \le 0{,}77 R_b A + 0{,}645 R_s A_{s,tot}, \qquad (Ж.7)$$

- из решения уравнения

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_s A_{s,tot} + R_b A \frac{\sin 2\pi\xi_{sir}}{2\pi}}{R_b A + 2{,}55 R_s A_{s,tot}}; \qquad (Ж.8)$$

- при невыполнении условия (Ж.7) - из решения уравнения

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_b A \frac{\sin 2\pi\xi_{sir}}{2\pi}}{R_b A + R_s A_{s,tot}}; \qquad (Ж.9)$$

φ – коэффициент, учитывающий работу растянутой арматуры и принимаемый равным: при выполнении условия (Ж.7) $\varphi = 1{,}6(1-1{,}55\xi_{cir})\,\xi_{cir}$, но не более 1,0; при невыполнении условия (Ж.7) $\varphi = 0$;

$A_{s,tot}$ - площадь сечения всей продольной арматуры;

r_s - радиус окружности, проходящей через центры тяжести стержней продольной арматуры.

Момент M определяется с учетом влияния прогиба элемента.

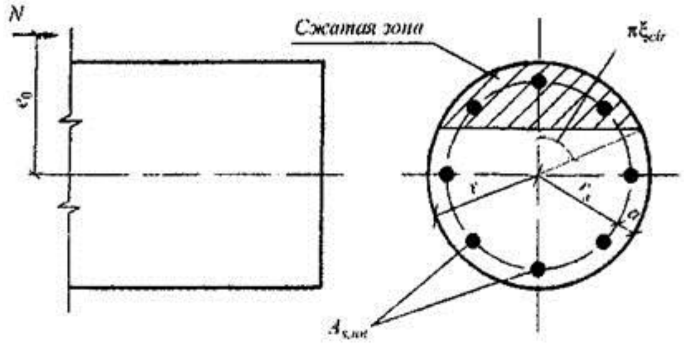


Рисунок Ж.2 – Схема, принимаемая при расчете круглого сечения внецентренно сжатого элемента

Приложение И

Расчет бетонных шпонок и коротких консолей

И.1 Расчет бетонных шпонок

И.1.1 Размеры бетонных шпонок, передающих сдвигающие усилия между сборным элементом и дополнительно уложенным бетоном или раствором, рекомендуется определять по формулам:

$$t_k \geq \frac{Q}{R_b l_k n_k}; \tag{И.1}$$

$$h_k \geq \frac{Q}{2R_{bt} l_k n_k}, \tag{И.2}$$

где Q – сдвигающая сила, передающаяся через шпонки;

t_k, h_k, l_k – глубина, высота и длина шпонки;

n_k – число шпонок, вводимое в расчет и принимаемое не более трех.

При наличии сжимающей силы N высоту шпонок допускается определять по формуле:

$$h_k = \frac{Q - 0{,}7N}{2R_{bt} l_k n_k} \tag{И.3}$$

и принимать уменьшенной по сравнению с высотой, определяемой по формуле (И.2), не более чем в два раза.

При соединении шпонками элементов настила длина шпонки, вводимая в расчет, должна составлять не более половины пролета элемента, при этом величина Q принимается равной сумме сдвигающих усилий по всей длине элемента.

По формулам (И.1) – (И.3) следует проверять шпонки сборного элемента и шпонки из дополнительно уложенного бетона, принимая расчетные сопротивления бетона шпонок R_b и R_{bt} как для бетонных конструкций. При расчете на выдергивание растянутой ветви двухветвевой колонны из стакана фундамента допускается учитывать работу пяти шпонок (рисунок И.1).

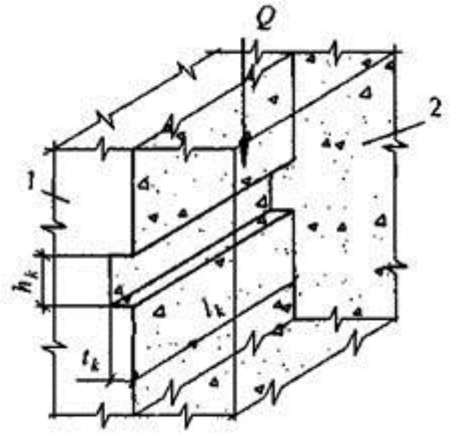


Рисунок И.1 – Схема для расчета шпонок, передающих сдвигающие усилия от сборного элемента монолитному бетону
1 – сборный элемент; *2* - монолитный бетон

И.2 Расчет коротких консолей

И.2.1 Расчет коротких консолей колонн при $l_1 \leq 0{,}9h_0$ (рисунок И.2) на действие поперечной силы для обеспечения прочности по наклонной сжатой полосе между грузом и опорой следует производить из условия

$$Q \leq 0{,}8R_b b\, l_{sup} \sin^2\theta(1 + 5\alpha\mu_w), \quad \text{(И.4)}$$

в котором правая часть принимается не более 3,5 $R_{bt} b\, h_0$ и не менее 2,5 $R_{bt} b\, h_0$.

В условии (И.4):

l_{sup} – длина площадки опирания нагрузки вдоль вылета консоли;

θ – угол наклона расчетной сжатой полосы к горизонтали $\left(\sin^2\theta = \dfrac{h_0^2}{h_0^2 + l_1^2}\right)$;;

$\mu_w = \dfrac{A_{sw}}{bs_w}$ – коэффициент армирования хомутами, расположенными по высоте консоли;

здесь s_w – расстояние между хомутами, измеренное по нормали к ним.

При расчете учитывают хомуты горизонтальные и наклонные под углом не более 45° к горизонтали.

Напряжение сжатия в местах передачи нагрузки на консоль не должно превышать расчетное сопротивление бетона смятию $R_{b,loc}$.

Для коротких консолей, входящих в жесткий узел рамной конструкции с замоноличиванием стыка, значение l_{sup} в условии (И.2.1) принимают равным вылету консоли l_1, если при этом выполняются условия $M / Q \geq 0{,}3$ м и $l_{sup}/l_1 \geq 2/3$ (где M и Q – момент, растягивающий верхнюю грань ригеля, и поперечная сила в

нормальном сечении ригеля по краю консоли соответственно). В этом случае правую часть условия (И.4) принимают не более $5R_{th}bh_0$.

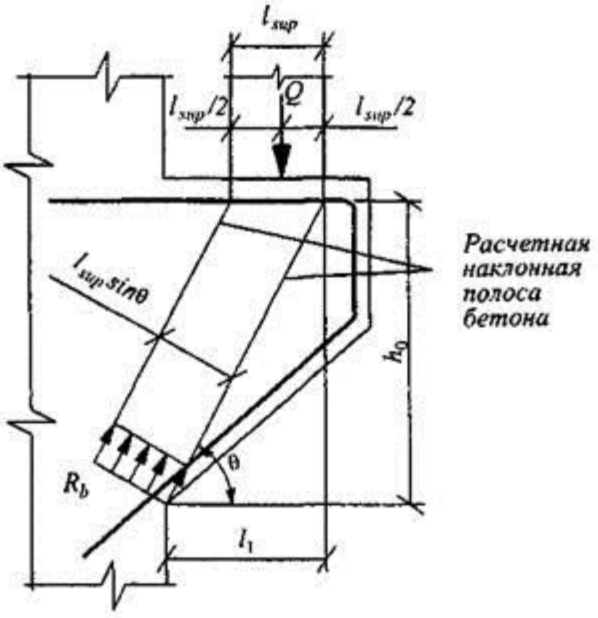


Рисунок И.2 – Расчетная схема для короткой консоли при действии поперечной силы

При шарнирном опирании на короткую консоль балки, идущей вдоль вылета консоли, при отсутствии специальных выступающих закладных деталей, фиксирующих площадку опирания (рисунок И.3), значение l_{sup} в условии (И.4) принимается равным 2/3 длины фактической площадки опирания.

Поперечное армирование коротких консолей должно удовлетворять конструктивным требованиям.

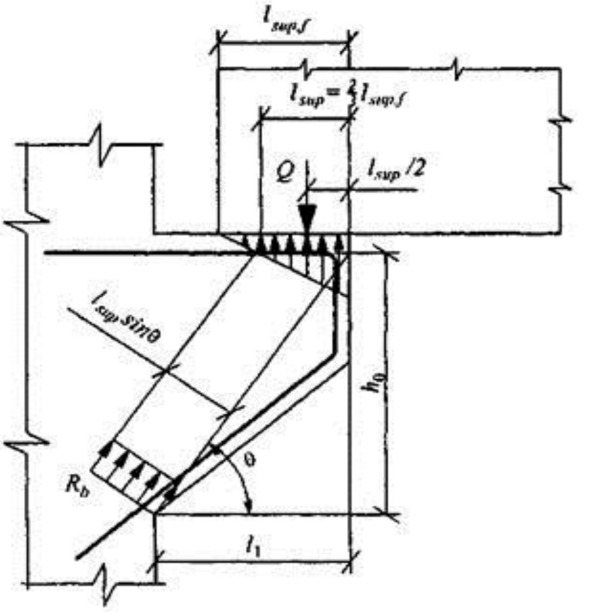


Рисунок И.3 – Расчетная схема для короткой консоли при шарнирном опирании сборной балки, идущей вдоль вылета консоли

И.2.2 При шарнирном опирании балки на консоль колонны продольная арматура консоли проверяется из условия

$$Q\frac{l_1}{h_0} \le R_S A_S, \qquad (И.5)$$

где l_1, h_0 – см. рисунок И.1.

При этом продольная арматура консоли должна быть доведена до свободного конца консоли и иметь надлежащую анкеровку.

При жестком соединении ригеля и колонны с замоноличиванием стыка и привариванием нижней арматуры ригеля к арматуре консоли через закладные детали продольная арматура консоли проверяется из условия

$$Q\frac{l_1}{h_0} - N_S \le R_S A_S, \qquad (И.6)$$

где l_1, h_0 – соответственно вылет и рабочая высота короткой консоли;

N_s – горизонтальное усилие, действующее на верх консоли от ригеля, равное:

$$N_S = \frac{M + Ql_{sup}/2}{h_{0b}} \qquad (И.7)$$

и принимаемое не более $1{,}4k_f l_w R_{wf}$ + $0{,}3Q$ (где k_f и l_w – соответственно высота и длина углового шва приваривания закладных деталей ригеля и консоли; R_f – расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, при электродов Э42 R_{wf} = 180 МПа; 0,3 – коэффициент трения стали по стали), а также не более R_{sw} A_{sw} (где R_{sw} и A_{sw} – расчетное сопротивление и площадь сечения соответственно верхней арматуры ригеля).

В формулах (И.6) и (И.7):

M, Q – изгибающий момент и поперечная сила соответственно в нормальном сечении ригеля по краю консоли; если момент *M* растягивают нижнюю грань ригеля, значение *M* учитывается в формуле (И.7) со знаком «минус»;

l_{sup} – фактическая длина площадки опирания нагрузки вдоль вылета консоли;

h_{0b} – рабочая высота ригеля.